

TRAININGSAUSWIRKUNGEN AUF PARAMETER DER HERZFREQUENZ BEI VIELSEITIGKEITSPFERDEN IM LEISTUNGSSPORT

ANTONIA MARIA UHDE



INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Foto Cover-Frontseite:

“Antonia Maria Uhde auf Half-Pint” fotografiert von Herrn Martin Förster, Ahlen

Foto Cover-Rückseite:

“Antonia Maria Uhde auf Rumba Tumba” fotografiert von der Fotoagentur Dill, Schwanstetten,
www.fotoagentur-dill.de

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2009

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2009

© 2009 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin
Klinik für Pferde mit Lehrschiene – Innere Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuerin: PD Dr. Kerstin Fey

Trainingsauswirkungen auf Parameter der Herzfrequenz bei Vielseitigkeitspferden im Leistungssport

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Antonia Maria Uhde

Tierärztin aus Frankfurt am Main

Gießen 2009

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. habil. Georg Baljer

Gutachter: PD Dr. Kerstin Fey

Prof. Dr. Rüdiger Gerstberger

Tag der Disputation: 26.06.2009

In Zusammenarbeit mit der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN)
und dem Olympiastützpunkt Warendorf (OSP).

Gewidmet
meiner einzigartigen Familie,
insbesondere meinen mich immer unterstützenden Eltern
und meinem liebevollen und geduldigen Verlobten.

Der Weg ist das Ziel.
(Konfuzius)

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AU	Ausritt
bzw.	beziehungsweise
C	Celsius
ca.	cirka
CCI	Concours Complet International
CD	Cool Down
CIC	Concours International Court
CK	Kreatinkinase
CV	Variationskoeffizient
DA	dressurmäßige Arbeit
d.h.	das heißt
DR	Dressur
ES	Einzel Sprünge
FM	Führmaschine
G	Geschwindigkeit
GI	Galoppintervalle
GS	Geländesprünge
GT	Galopptraining
HM	Höhenmeter
LA	Leichte Arbeit
LB	Laufband
LO	Longe
Klasse A	Klasse der Anfänger
Klasse L	leichte Klasse
Klasse M	mittlere/mittelschwere Klasse
Klasse S	schwere Klasse
KO	Koppel
m	Meter
Max.	Maximum
min	Minute
Min.	Minimum
mmol/l	Millimol pro Liter
MW	arithmetischer Mittelwert
n	Anzahl
Nr./NR.	Nummer
n.s.	nicht signifikant

Abkürzungsverzeichnis

PD	Prüfung Dressur
PF.	Pferd
PG	Prüfung Gelände
PS	Prüfung Springen
s	Sekunde
s.	siehe
S	Strecke
SC	Stangen-/Cavalettiarbeit
SD	Standardabweichung
SEM	Standardfehler des Mittelwertes
sGT	spezielles Galoppbelastungstraining
s.o.	siehe oben
SO	Sonstiges
SP	Springtraining
ST	Schritttraining
s.u.	siehe unten
Tab.	Tabelle
TBP	Trainingsbeprobung
TS	Training über Sprünge
TU	Turnier
WU	Warm Up
VM	Vielseitigkeit Klasse M
VS	Vielseitigkeit Klasse S
V%	Volumenprozent

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungsverzeichnis.....	I - II
	Inhaltsverzeichnis.....	III – VII
1	Einleitung.....	S. 1
2	Literaturübersicht.....	S. 3
2.1	Herzfrequenz und Herzaktion beim Pferd.....	S. 3
2.1.1	Die physiologische Herzaktion.....	S. 4
2.1.2	Trainingseinfluss auf Ruheherzfrequenz und Schlag- volumen.....	S. 5
2.1.3	Veränderungen von Herzfrequenzparametern bei körperlicher Belastung.....	S. 6
2.1.3.1	Trainingseffekte auf Herz und Kreislauf.....	S. 6
2.1.3.2	Die Reaktion der Herzfrequenzparameter auf körperliche Belastung.....	S. 9
2.1.4	Veränderungen von Herzfrequenzparametern nach körperlicher Belastung.....	S. 13
2.2	Besondere Anforderungen an das Vielseitigkeitspferd.....	S. 15
2.2.1	Der Aufbau von Vielseitigkeitsprüfungen.....	S. 16
2.3	Training, Definition und Erläuterungen.....	S. 19
2.3.1	„Übertraining“.....	S. 25
2.3.2	Trainingsbedingte Verletzungen bei Vielseitigkeitspferden.....	S. 26
2.3.3	Trainingsmethoden.....	S. 28
2.3.3.1	Die Intervallmethode.....	S. 30
2.3.3.2	Die Dauermethode.....	S. 33
2.3.3.3	Intervall- und Dauermethode im Vergleich.....	S. 35
2.4	Möglichkeiten der Beurteilung von Trainingserfolgen.....	S. 36
2.4.1	Der Einsatz des Global Positioning Systems.....	S. 38
2.4.2	Forschungsarbeiten zum Thema Leistungsphysiologie bei Sportpferden.....	S. 40
2.4.2.1	Internationale Forschungsarbeiten.....	S. 41

2.4.2.2	Forschungsarbeiten der eigenen Arbeitsgruppe.....	S. 47
3	Eigene Untersuchungen.....	S. 52
3.1	Zielsetzung.....	S. 52
3.2	Material und Methoden.....	S. 52
3.2.1	Pferde und Reiter.....	S. 52
3.2.1.1	Herkunft der Pferde.....	S. 54
3.2.1.2	Haltung der Pferde.....	S. 55
3.2.1.3	Trainingsplätze.....	S. 56
3.2.1.4	Krankheitsbedingte Trainingsunterbrechungen.....	S. 56
3.2.1.5	Reiter.....	S. 57
3.2.2	Methodik der Datenerfassung.....	S. 58
3.2.2.1	Einsatz des Global Positioning Systems (GPS).....	S. 58
3.2.2.2	Herzfrequenzmessung.....	S. 60
3.2.2.3	Berechnung der Herzfrequenzparameter.....	S. 61
3.2.2.4	Geschwindigkeiten und Distanzen.....	S. 63
3.2.2.5	Erstellung der Höhenprofile.....	S. 64
3.2.3	Versuchsaufbau.....	S. 65
3.2.3.1	Trainingsgestaltung.....	S. 66
3.2.3.2	Dokumentation der Trainingseinheiten.....	S. 66
3.2.3.3	Auswertung der Trainingsprotokolle.....	S. 68
3.2.3.4	Galopptraining.....	S. 76
3.2.3.4.1	Durchführung der Beprobungen.....	S. 77
3.2.3.4.2	Erhebung von Umweltdaten.....	S. 79
3.2.4	Turniererfolge.....	S. 81
3.3	Statistische Auswertung.....	S. 81
4	Ergebnisse.....	S. 83
4.1	Auswertbarkeit der Herzfrequenzmessungen.....	S. 83
4.2	Auswertbarkeit der Geschwindigkeitsaufzeichnungen.....	S. 89
4.3	Auswertbarkeit der Trainingsprotokolle.....	S. 90
4.3.1	Vergleichbarkeit der absolvierten Trainingsinhalte.....	S. 91
4.3.2	Auswertung der Trainingsprotokolle nach dem Score-Schema...	
	S. 100

4.4	Vergleich der Bedingungen während des Galopptrainings.....	S. 102
4.4.1	Vergleich der Belastungsintensität.....	S. 103
4.4.1.1	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 1.....	S. 103
4.4.1.2	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 2.....	S. 105
4.4.1.3	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 3.....	S. 107
4.4.1.4	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 4.....	S. 110
4.4.1.5	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 5.....	S. 112
4.4.1.6	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 6.....	S. 115
4.4.1.7	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 7.....	S. 117
4.4.1.8	Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 8.....	S. 119
4.4.2	Vergleich der Umweltdaten.....	S. 121
4.4.2.1	Temperatur.....	S. 122
4.4.2.2	Relative Feuchte.....	S. 123
4.4.2.3	Bodenbeschaffenheit.....	S. 124
4.4.2.4	Windstärke.....	S. 126
4.4.2.5	Scorebewertung der Umweltdaten.....	S. 127
4.5	Auswertung der Herzfrequenzaufzeichnungen.....	S. 128
4.5.1	Herzfrequenzparameter im Laufe der Beprobungen.....	S. 128
4.5.1.1	Ruheherzfrequenz.....	S. 129
4.5.1.2	Arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle.....	S. 130
4.5.1.3	Maximale Herzfrequenz.....	S. 132
4.5.1.4	Differenz der Herzfrequenz zwischen dem Beginn des Speziellen Galopptrainings zu dessen Ende.....	S. 132
4.5.1.5	Durchschnittlicher Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz.....	S. 132
4.5.1.6	Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bei einer Beschleunigung von 150 m/min.....	S. 133
4.5.1.7	Herzfrequenz past 0.....	S. 133
4.5.1.8	Herzfrequenz past 5.....	S. 135
4.5.1.9	Herzfrequenz past 10.....	S. 136
4.5.2	Intra- und interindividueller Vergleich der sich statistisch signifikant verändernden Herzfrequenzparameter.....	S. 139

4.5.2.1	Intraindividueller Verlauf des arithmetischen Mittelwertes.....	S. 139
4.5.2.1.1	Mittelwerte Pferd Nr. 1.....	S. 141
4.5.2.1.2	Mittelwerte Pferd Nr. 2.....	S. 142
4.5.2.1.3	Mittelwerte Pferd Nr. 3.....	S. 143
4.5.2.1.4	Mittelwerte Pferd Nr. 4.....	S. 144
4.5.2.1.5	Mittelwerte Pferd Nr. 5.....	S. 144
4.5.2.1.6	Mittelwerte Pferd Nr. 6.....	S. 145
4.5.2.1.7	Mittelwerte Pferd Nr. 7.....	S. 145
4.5.2.1.8	Mittelwerte Pferd Nr. 8.....	S. 146
4.5.2.2	Intraindividueller Verlauf der Herzfrequenz past 0..	S. 147
4.5.2.2.1	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 1.....	S. 149
4.5.2.2.2	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 2.....	S. 150
4.5.2.2.3	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 3.....	S. 150
4.5.2.2.4	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 4.....	S. 150
4.5.2.2.5	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 5.....	S. 151
4.5.2.2.6	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 6.....	S. 151
4.5.2.2.7	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 7.....	S. 151
4.5.2.2.8	Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 8.....	S. 152
4.5.2.3	Intraindividueller Verlauf der Herzfrequenz past 10.....	S. 153
4.5.2.3.1	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 1.....	S. 157
4.5.2.3.2	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 2.....	S. 157
4.5.2.3.3	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 3.....	S. 158
4.5.2.3.4	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 4.....	S. 158
4.5.2.3.5	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 5.....	S. 159
4.5.2.3.6	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 6.....	S. 160
4.5.2.3.7	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 7.....	S. 160
4.5.2.3.8	Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 8.....	S. 161
4.5.2.4	Interindividueller Verlauf des Mittelwertes und der Herzfrequenz past 0 und 10.....	S. 162

5	Diskussion	S. 166
5.1	Diskussion der Methodik.....	S. 166
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	S. 177
6	Schlussfolgerungen	S. 190
7	Zusammenfassung	S. 192
8	Summary	S. 194
9	Literaturverzeichnis	S. 196
10	Anhang	Anhang S. 1
10.1	Tabellenverzeichnis.....	Anhang S. 1
10.1.1	Tabellenanhang.....	Anhang S. 5
10.2	Abbildungsverzeichnis.....	Anhang S. 17
10.2.1	Abbildungsanhang.....	Anhang S. 19

1 Einleitung

Die Vielseitigkeit entstand, wie man ihrem alten Namen „Military“ entnehmen kann, als eine Prüfung für das Soldatenpferd, das seinen Reiter aller Hindernisse zum Trotz schnell und sicher zum Ziel bringen sollte. Sie verlangte vom Pferd neben gutem Galoppier- und Springvermögen vor allem Gehorsam, Mut und Ausdauer. Seit 1912 gehört die Vielseitigkeit zu den olympischen Disziplinen und setzt sich aus den Teilprüfungen Dressur, Geländerritt und Parcoursspringen zusammen.

Die Vielseitigkeitsprüfung stellt als kombinierter Wettkampf geringere Anforderungen an die Spezialdisziplinen, setzt aber auf Grund der Geländestrecke eine deutlich höhere Kondition von Reiter und Pferd voraus als es für die Teilnahme an reinen Dressur- oder Springturnieren notwendig ist. Da die Pferde in der Vielseitigkeit regelmäßig an ihre Belastungsgrenzen herangeführt werden, ist es elementar, sie durch geeignetes Training auf die gestellten Anforderungen vorzubereiten. Dennoch beruhen die Trainingsmethoden nach wie vor in erster Linie auf überlieferten Erfahrungen und nicht wie im Humansport auf wissenschaftlichen Erkenntnissen (SERRANO et al., 2002). So lassen sich einige Bücher mit Trainingsempfehlungen von Vielseitigkeitsreitern für Vielseitigkeitsreiter finden (z.B. LENG, 1992; TODD, 1997 oder DIBOWSKI, 2003), jedoch haben sich systematisches Wettkampf- und Trainingsmonitoring oder die Anwendung moderner sportmedizinischer und wissenschaftlich begründeter Trainingsmethoden bei Vielseitigkeitspferden im Hochleistungssport bis heute noch nicht etabliert.

Die an die Leistungsgrenzen gehenden Anforderungen und das zunehmende ethische Bewusstsein der Gesellschaft erfordern einen effektiven und dennoch tierschonenden Trainingsaufbau. So veröffentlichte die Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN) 1994 die „ethischen Grundsätze des Pferdefreundes“ und fordert, dass eine Beanspruchung des Pferdes im Sport nur im Einklang mit der psychischen und physischen Konstitution erfolgen darf. Daher spielt im Training des Vielseitigkeitspferdes neben den disziplinspezifischen technischen Anforderungen und einem zu bietenden psychischen Ausgleich das Konditionstraining eine entscheidende Rolle.

Die Herzfrequenz ist ein allgemein akzeptierter Indikator zur Beurteilung des Leistungs- und Konditionszustandes eines trainierten Pferdes und wurde bereits in zahlreichen Arbeiten der eigenen und auch anderer Arbeitsgruppen als Kriterium herangezogen (z.B. ENGELHARDT VON, 1977; ISLER et al., 1982; BAYLY et al., 1983, THORNTON et al., 1983; MILLER und LAWRENCE, 1987; SEXTON et al., 1987; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN 1990; HARKINS und KAMERLING, 1991; BRUIN et al. 1994; GOTTLIEB-VEDI et al., 1995; OKONEK, 1998; SCHÄFER, 2000; HENNINGS 2001). Das Trainingsmonitoring mittels Global Positioning System (GPS) bei Vielseitigkeitspferden ist noch relativ neu und wurde erstmals sowohl im Training als auch im Wettkampf innerhalb der eigenen Arbeitsgruppe angewandt (HEBENBROCK, 2005).

Für die Erstellung dieser Arbeit wurden Hochleistungspferde der Disziplin „Vielseitigkeit“ während einer Turniersaison von April bis September 2006 mittels GPS-Technologie und einem klassischen Herzfrequenzmessverfahren begleitet. Die Datenerhebung erfolgte in regelmäßigen etwa vierwöchigen Abständen während der Galopptrainings im Feld, die für die Autorin möglichst standardisiert wurden und wurde durch eine umfassende Trainingserfassung mittels Trainingsprotokollen ergänzt. Anhand dieser Studie sollte untersucht werden, ob sich unter Feldbedingungen mittels Herzfrequenzaufzeichnungen während einzelner Galopptrainings Aussagen über den Trainingszustand eines Pferdes treffen lassen. Ziel der Arbeit war es, durch intra- und interindividuellen Vergleich der Herzfrequenzen während der Galopptrainings Erkenntnisse zur Gestaltung eines wissenschaftlich fundierten und leistungsphysiologisch sinnvollen und pferdeschonenden Herz-Kreislauf-Trainings für Vielseitigkeitspferde zu gewinnen.

2 Literaturübersicht

2.1 Herzfrequenz und Herzaktion beim Pferd

Die Herzfrequenz des Pferdes ist genetisch verankert (LOVING, 1993) und sowohl rasse-, geschlechts-, und altersabhängig sowie von der Körpergröße beeinflusst (STRAUB et al., 1984, PHYSICK-SHEARD, 1985, CIKRYTOVA et al., 1991). So erreichen jüngere Pferde höhere maximale Herzfrequenzen als ältere Pferde (ROSE et al., 1990; MARLIN und NANKERVIS, 2002). In einer Studie untersuchten BETROS et al. (2002) Herzfrequenzen unter Belastung zwischen dem 6. und dem 27. Lebensjahr. Hier wurden signifikante Unterschiede in der maximalen Herzfrequenz zwischen den im Durchschnitt 15jährigen Pferden und den im Durchschnitt 27jährigen Pferden festgestellt, wobei auch hier die älteren Pferde die niedrigeren Herzfrequenzwerte erreicht haben. JAEK (2004) und HARBIG (2006) hingegen konnten keinen signifikanten Einfluss des Alters der Pferde auf die Herzfrequenz nachweisen, allerdings beobachtete HARBIG (2006) einen signifikanten Einfluss des Geschlechts. In seiner Studie mit 31 Pferden des deutschen nationalen Vielseitigkeitskaders während einer gesamten Turniersaison von April bis Oktober konnte er in der Gesamtbetrachtung aller Einzelherzfrequenzen bei Stuten signifikant höhere Herzfrequenzwerte feststellen als bei Wallachen. Ebenso nimmt die Abstammung bzw. Rasse der Pferde einen weiteren Einfluss auf die Herzfrequenz (PHYSICK - SHEARD 1985). CIKRYTOVA et al. (1991) stellten fest, dass Vollblüter bei gleicher Belastung niedrigere Herzfrequenzwerte erreichen als Warmblüter. Dies könnte daran liegen, dass Vollblüter im Vergleich zu Warmblütern über eine signifikant bessere aerobe Kapazität verfügen (ROSE et al. 1995), so dass die Sauerstoffversorgung trotz niedrigerer Herzfrequenzen gewährleistet ist. Trotz all dieser Abhängigkeiten gilt die Herzfrequenz als anerkannter Parameter der Leistungsdiagnostik sowohl im humanen Leistungssport als auch im Pferdesport und kann zur Beurteilung von Veränderungen des Konditionszustandes herangezogen werden (DYSON, 1994).

2.1.1 Die physiologische Herzaktion

Das Herz ist für den steten Blutfluss und somit die Gewährleistung der Sauerstoffversorgung sämtlicher Zellen des Organismus zuständig und erreicht beim Pferd ein absolutes Gewicht von ungefähr 4 – 6 kg (Vollblüter) bzw. 7 kg (Warmblüter) (EVANS, 1990; ENGELHARDT VON, 1992; KRZYWANEK, 1999). Das relative Herzgewicht des Pferdes übersteigt das des Menschen um etwa das Doppelte. So gelten für untrainierte Vollblüter Werte von 0,8% des Körpergewichtes, für trainierte Vollblüter von 0,9 – 1,1% und für untrainierte Warmblüter von 0,6 – 0,7% des Körpergewichtes, die den beim Menschen festgestellten 0,4 – 0,5% gegenüberstehen.

Das Herz erzeugt durch rhythmische Kontraktionen der Herzkammern eine pulsatile Strömung des Blutes, wobei die Richtung dieser Strömung durch die Herzklappen festgelegt wird. Beiden Herzkammern (Ventrikeln) ist je eine Vorkammer (Atrium) vorgeschaltet. Die mechanische Herzaktion wird in vier Phasen eingeteilt (ANTONI, 2000, HARMEYER, 2000, HICK und HICK, 2000, SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2001), wobei eine Anspannungs- und Austreibungsphase während der Systole (Kontraktion des Herzmuskels) und eine Entspannungs- und Füllungsphase während der Diastole (Erschlaffungsphase der Muskulatur) unterschieden werden.

Zu Beginn der Systole kommt es während der Anspannungsphase durch einen steilen Anstieg des intraventrikulären Drucks zu einem passiven Verschluss der Atrioventrikularklappen, die Vorhof und Hauptkammer miteinander verbinden (HARMEYER, 2000; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2001). Bei noch geschlossenen Aorten- und Pulmonalklappen kontrahiert sich die Ventrikelmuskulatur um den inkompressiblen Inhalt und bewirkt so einen weiteren steilen Druckanstieg (ANTONI, 2000), bis der enddiastolische Druck der abführenden Gefäße übertroffen wird und sich die Semilunarklappen öffnen (ANTONI, 2000, HARMEYER, 2000, SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2001). In diesem Moment beginnt die Austreibungsphase (HARMEYER, 2000), in der die Ventrikel unter normalen Ruhebedingungen etwa die Hälfte ihres diastolischen Inhaltes auswerfen, während das sogenannte Restvolumen zurückbleibt (HICK und HICK, 2000). Am

Ende der Austreibungsphase fällt der Druck in den Ventrikeln, das Blut steht am Anfang der Aorta und der Arteria pulmonalis für kurze Zeit still und es kommt zu einem kurzen Rückstrom des Blutes, der den Schluss der Aorten- und Pulmonalklappe bewirkt. Durch die Ventrikelkontraktion kommt es zusätzlich zu einem Einsaugen des venösen Blutes in die beiden Vorhöfe, da die Ventrikelkontraktion zu einer Dehnung der Vorhöfe und somit dort zu einem Unterdruck führt (HICK und HICK, 2000).

Die Diastole beginnt mit der Entspannungsphase (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2001), in der wie in der Anspannungsphase alle vier Herzklappen geschlossen sind. Der Druck im Ventrikel fällt unter den Vorhofdruck, wodurch sich die Atrioventrikularklappen öffnen und Blut von den Vorhöfen in die Kammern strömt, die Füllungsphase der Ventrikel hat begonnen (HARMEYER, 2000). Durch zusätzliche Kontraktion der Vorhöfe kommt es zu einem nochmaligen Anstieg des enddiastolischen Ventrikeldruckes (HARMEYER, 2000), so dass der Ventrikeldruck schließlich den Druck der Vorhöfe übersteigt, was wiederum den Schluss der Atrioventrikularklappen zur Folge hat (HICK und HICK, 2000; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2001) und das Ende der Füllungsphase markiert (HARMEYER, 2000). Somit sind alle Herzklappen wieder geschlossen, die Diastole beendet und eine neue Systole beginnt.

2.1.2 Trainingseinfluss auf Ruheherzfrequenz und Schlagvolumen

Der Ruhepuls des Pferdes liegt bei 30 bis 40 Schlägen pro Minute (KOLB, 1989; KRZYWANIEK, 1999; HARMEYER, 2000; ENGELHARDT VON, 2000; MARLIN und NANKERVIS, 2002), bei einem Schlagvolumen von 800 - 900 ml (BAYLY et al., 1983) bzw. 1,9 ml/kg Körpergewicht (THOMAS und FREGIN, 1981; EVANS und ROSE, 1988). Das Schlagvolumen beschreibt das Blutvolumen, das pro Herzschlag ausgeworfen wird und kann unter Belastung beträchtlich ansteigen. Der Ruhewert des Schlagvolumens wird durch Training jedoch nicht beeinflusst. Eine Beeinflussung der Ruheherzfrequenz durch Training ist fraglich und wird im Allgemeinen verneint (SKARDA et al., 1976, BAYLY et al., 1983, EVANS, 1985,

FOREMAN, 1990, HODGSON und ROSE, 1994; ENGELHARDT VON, 2000; SCHÄFER, 2000; LEWING, 2001), obwohl in verschiedenen Trainingsstudien am Ende der Versuche niedrigere Ruheherzfrequenzen gemessen wurden (LUTZ et al., 1976; THOMAS et. al., 1983; SEXTON et al., 1987; VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, 1990). Funktionell könnte diese Erscheinung aufgrund der mit zunehmendem Trainingszustand in Ruhe zu verzeichnenden Abnahme der Sympathikuserregbarkeit bei unverändertem Vagotonus erklärt werden. Im Allgemeinen wurde das Absinken der Ruheherzfrequenzen gegen Studienende allerdings nicht auf das Training, sondern auf die Gewöhnung der Pferde an Umgebung und Ablauf der Untersuchungen zurückgeführt (PHYSICK-SHEARD, 1985, SEXTON, et al., 1987, SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, 1990). Eine mögliche Erklärung für die für den Menschen nachgewiesene (JANSSEN, 2003; WILMORE et al., 2008), für das Pferd aber fehlende Beeinflussbarkeit der Ruheherzfrequenz durch Training wird darin gesehen, dass Pferde von Natur aus so starke Vagotoniker sind, dass ein weiteres Absinken der Ruheherzfrequenz kaum möglich ist.

2.1.3 Veränderungen von Herzfrequenzparametern bei körperlicher Belastung

2.1.3.1 Trainingseffekte auf Herz und Kreislauf

In Reaktion auf ein regelmäßiges Ausdauertraining werden eine Zunahme von Herzgröße und Herzgewicht beim Pferd diskutiert. Ausdauertraining dient der Verbesserung der Ausdauerfähigkeit, die im Allgemeinen als die psycho-physische Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Sportlers verstanden wird (WEINECK, 2004). Nach FREY (1977) beinhaltet dabei die psychische Ausdauer die Fähigkeit des Sportlers, einen Reiz, der zum Abbruch einer Belastung auffordert, möglichst lange widerstehen zu können und die physische Ausdauer die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des gesamten Organismus bzw. einzelner Teilsysteme.

Die Herzgröße wird in der Regel als absolutes oder relatives (körpergewichtsbezogenes) Herzvolumen angegeben und kann röntgenologisch oder echo-

kardiographisch bestimmt werden. Somit würde eine Zunahme von Herzgröße und Herzgewicht auch zu einer Zunahme des Schlagvolumens und somit des Herzminutenvolumens des Pferdes führen, was für den Menschen bereits als erwiesen gilt (HOLLMANN und HETTINGER, 2000; WILMORE et al., 2008). Während MILNE et al. (1977) und BAYLY et al. (1983) beim Pferd keinen Anstieg des Schlagvolumens durch Ausdauertraining nachweisen konnten, ermittelten THOMAS und FREGIN (1981), SEXTON et al. (1987) sowie EVANS und ROSE (1988) signifikante Zunahmen. Die fehlende Reaktion auf Ausdauertraining im Rahmen einiger Studien könnte nach PHYSICK-SHEARD (1985) darin begründet sein, dass nicht immer eine maximale Belastung gefordert oder erreicht wurde.

Entsprechend ist auch eine Steigerung des Herzminutenvolumens, definiert als das Produkt von Herzfrequenz und Schlagvolumen pro Minute, durch Ausdauertraining noch nicht sicher nachgewiesen. Das Herzminutenvolumen steigt infolge Belastung nach THOMAS und FREGIN (1981) auf das 8- bis 9-fache des Ruhewertes an und nach MARLIN und NANKERVIS (2002) sogar von 25 l/min in Ruhe auf bis zu 300 l/min. Ein zusätzlicher Einfluss von Training ist bislang jedoch nur selten untersucht worden und hat vollkommen unterschiedliche Ergebnisse geliefert. Während THOMAS und FREGIN (1981), THORNTON et al. (1983) und EVANS und ROSE (1988) einen Anstieg des Herzminutenvolumens festgestellt haben, ergaben Untersuchungen von THOMAS et al. (1983) ein Gleichbleiben des Herzminutenvolumens, während BAYLY et al. (1983) sogar ein Absinken diskutieren.

Eine Zunahme des Herzgewichts durch Training wurde von YOUNG (1999) bei 2jährigen Vollblütern mittels echokardiografischen Untersuchungen festgestellt. Sowohl der Mittelwert des linken ventrikulären Innendurchmessers erhöhte sich hoch signifikant von 11,38 cm vor dem Training auf 12,16 cm nach dem Training als auch der Mittelwert der linksventrikulären Masse, die eine mittlere Zunahme von 33% erreichte. Das Körpergewicht blieb hingegen unverändert. Die relative Wanddicke, die das Verhältnis der Kammerwand und des Kammerseptums zum Lumen der Herzkammer angibt, war am Ende der Studie bei allen Pferden signifikant erhöht, was darauf hindeutet, dass die exzentrische kardiale Hypertrophie als Reaktion auf Renntraining auftritt. Die Zunahme der relativen Wanddicke von 0,45 soll nach YOUNG (1999) mit der der menschlichen Athleten in Kraft- und Ausdauerdisziplinen

vergleichbar sein. BUHL et al. (2005), die 103 junge Rennpferde untersuchten, stellten im Verlauf ihrer Studie ebenfalls eine deutliche linksventrikuläre Hypertrophie und eine Erhöhung des linken Ventrikellinnendurchmessers in der Diastole fest, wobei in dieser Studie das geschätzte Körpergewicht positiv mit der linken Ventrikelgröße korrelierte und Hengste eine deutlich größere linksventrikuläre Muskelmasse erreichten als Stuten. Allerdings wurde auch festgestellt, dass Pferde, die regelmäßig Rennen absolvierten, eine größere linksventrikuläre Muskelmasse aufwiesen als Pferde, die an keinen Rennen teilnahmen. Somit scheinen, entgegen der Annahme von PHYSICK-SHEARD (1985), der die Zunahme der relativen Herzgröße ausschließlich auf das zunehmende Alter zurückführt, sowohl das Alter als auch das Training einen Einfluss auf die Herzgröße zu haben, wie auch VON ENGELHARDT (1977) schon schlussfolgerte. Nach humanmedizinischen Studien bleibt die Anzahl der Herzmuskelzellen jedoch konstant, so dass die Hypertrophie des Herzmuskels lediglich auf einer Längen- und Dickenzunahme der bereits vorhandenen Muskelzellen beruht (HICK und HICK, 2000).

Eine weitere Anpassungsfähigkeit des trainierten Herzmuskels besteht in der Fähigkeit, die Systole bei steigender Herzfrequenz zeitlich zu verkürzen (MILL, 1977), so dass trotz erhöhter Herzfrequenz eine nahezu vollständige Erschlaffung und somit eine gute Füllung der Herzkammern in der Diastole zustande kommt. Dieser Anpassungsmechanismus ist vor allem deshalb so bedeutsam, weil eine Zunahme der Herzfrequenz beim untrainierten Pferd nahezu ausschließlich auf Kosten der Diastole und somit der Erholungsphase des Herzens stattfindet, die sich wesentlich stärker zeitlich verkürzt als die Systole. So ist die Erholungszeit des Herzmuskels bei einem untrainierten Pferd bei 30 Schlägen in der Minute etwa 25mal länger als bei 230 Schlägen (ENGELHARDT VON, 1995).

Letztendlich lassen sich aber auch das Atemzeitvolumen und die Sauerstoffaufnahme durch Ausdauertraining stark verbessern und die Kapillarisation der Muskulatur nimmt zu, so dass der trainierte Muskel wesentlich besser durchblutet und mit Sauerstoff versorgt wird (HICK und HICK, 2000). Werden alle durch eine Arbeitsbelastung hervorgerufenen Adaptionsmechanismen des Herz-Kreislauf-Systems zusammen betrachtet, resultiert aus ihrer Summe eine Steigerung der

Muskeldurchblutung um das 70 – 75fache (ENGELHARDT VON, 1992). Bei schwerster Arbeitsbelastung reicht die Versorgung des Muskels mit Sauerstoff dennoch nicht aus, so dass von der aeroben Energiegewinnung, die zu mindestens 80% auf den oxidativen Stoffwechsel zurückgreift, auf die anaerobe Energiegewinnung umgestellt werden muss. Bei der anaeroben Energiegewinnung erfolgt die Energiebereitstellung unter Bildung von Laktat, das zur Ermüdung des Muskels beiträgt (HICK und HICK, 2000).

2.1.3.2 Die Reaktionen der Herzfrequenzparameter auf körperliche Belastung

Der Beginn einer körperlichen Belastung wird unmittelbar durch ansteigende Herzfrequenzen widerspiegelt und erreicht beim Pferd abhängig von der Belastungsintensität den Bereich von bis zu 240 Schlägen pro Minute. Der Anstieg der Herzfrequenz, einhergehend mit einer Beschleunigung des Blutflusses und dem Anstieg des Schlagvolumens (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1991), dient der Deckung des erhöhten Sauerstoff- und Substratbedarfs. Er steht beim Pferd in linearer Beziehung zur Belastungsintensität und flacht im Bereich der maximalen Belastungsintensität ab (OKONEK, 1998). Die Steigung der zugehörigen Regressionsgerade wird von verschiedenen Faktoren wie zum Beispiel der Bodenbeschaffenheit und der zu absolvierenden Steigung beeinflusst (PERSSON, 1967; EHRLEIN et al., 1973; LINDHOLM und SALTIN, 1974; ENGELHARDT VON, 1977; THOMAS und FREGIN, 1981). Innerhalb von Sekunden reagiert das Herz auf einen erhöhten Bedarf an Sauerstoff (ENGELHARDT VON, 1977). Der Herzfrequenzanstieg unter Belastung erfolgt zunächst über eine Abnahme der parasympathischen Aktivität, der bei mittlerer und höherer Intensität bzw. oberhalb der intrinsischen Herzfrequenz (Herzfrequenz ohne den Einfluss von Sympathikus und Parasympathikus) eine Zunahme der sympathischen Aktivität folgt. Ebenfalls sympathisch reguliert ist die Kontraktilitätssteigerung des Herzens (KINDERMANN et al., 2003). Das Schlagvolumen nimmt nur zu Beginn der Arbeit zu und bleibt dann konstant, so dass jede weitere Steigerung des Herzminutenvolumens allein auf die Zunahme der Herzfrequenz zurückzuführen ist (HICK und HICK, 2000; PHYSICK-SHEARD, 1985). Das Schlagvolumen steigt beim Pferd nach entsprechendem

Training unter Belastung nach THORNTON et al. (1983) um 20 – 50% bzw. nach HARMEYER (2000) und VON ENGELHARDT (2000) um bis zu 40% an, wobei durchschnittlich bei intensivem Ausdauertraining eine Zunahme des Herzschlagvolumens von 20 – 25% zu erwarten ist (ENGELHARDT VON, 2000). Nach THOMAS und FREGIN (1981) können trainierte Vollblüter unter Belastung eine maximale Steigerung des Herzschlagvolumens auf bis zu 2,7 l/kg Körpergewicht, nach EVANS und ROSE (1988) sogar auf bis zu 3,7 l/kg Körpergewicht erreichen. Dies führt unter Belastung zu einer Steigerung des durchschnittlichen Ruheherzminutenvolumens von 30 l (ENGELHARDT VON, 1992) bzw. 35 l (EVANS, 1990) auf bis zu 250 l (ENGELHARDT VON, 1992) bzw. 241 l (THOMAS und FREGIN, 1981).

Unter Belastung wird über das zentrale Nervensystem eine Sympathikusaktivierung ausgelöst, die durch eine Zunahme der Katecholaminsekretion aus dem Nebennierenmark wichtige Anpassungsreaktionen des Körpers bewirkt. So kommt es durch Adrenalinausschüttung zu einer Vasokonstriktion, insbesondere in der Haut und im Bereich der Eingeweide (Splanchnikusgebiet), während die Gefäße der aktiven Muskulatur durch lokale Faktoren weitgestellt werden. Somit verbessert sich die Durchblutung der aktiven Gebiete, während die Durchblutung der nicht zur Lokomotion notwendigen Organe eingeschränkt wird. Durch diese Umverteilung steht ein größeres Blutvolumen zur Sauerstoffversorgung der arbeitenden Organe zur Verfügung und der venöse Rückstrom wird durch die erhöhte Muskelaktivität und die gesteigerte Atmung mit entsprechender vermehrter thorakaler Sogwirkung verbessert. Dies führt zu einer vermehrten enddiastolischen Füllung des Herzens und somit zu einer Steigerung des Schlagvolumens und des Herzzeitvolumens. Außerdem kommt es zu einer Steigerung der Herzfrequenz und der Kontraktilität des Herzmuskels. Spezielle Ergorezeptoren in der Muskulatur melden die Muskelaktivität an das Kreislaufzentrum in der Medulla oblongata, welches dann Nervenimpulse über den Nervus sympathikus zum Sinusknoten leitet und so einen Anstieg der Herzfrequenz auslöst (HICK und HICK, 2000).

Die Maxima der Herzfrequenz, die bei großen Belastungen erreicht werden, sind für jedes Pferd individuell verschieden und liegen bei Hochleistungspferden etwa zwischen 210 und 240 Schlägen pro Minute (EVANS, 1985; SNOW, 1990;

ENGELHARDT VON, 2000). KRZYWANIEK (1999) geht sogar von Höchstwerten bis 260 Schlägen pro Minute aus. Nach Aussage von ART und LEKEUX (1993), ART et al. (1994) und EVANS (1985) ist die maximale Herzfrequenz durch Training nicht beeinflussbar. Daher sollten laut EVANS (1985) in Untersuchungen submaximale Herzfrequenzen erreicht werden, damit die Tests als ausreichender Anreiz für die Anpassung des kardiovaskulären Systems betrachtet werden können. Unter Berücksichtigung der gerittenen Geschwindigkeit bei Erreichen der maximalen Herzfrequenz kann dieses Maximum allerdings dennoch zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit herangezogen werden, da ein Anstieg der Geschwindigkeit bei Erreichen der maximalen Herzfrequenz eine Verbesserung der körperlichen Fitness belegt (CLAYTON, 1991; EVANS, 1994; HODGSON und ROSE, 1994).

Im submaximalen Bereich von ca. 120 – 210 Schlägen pro Minute verhält sich die Herzfrequenz linear zur Renngeschwindigkeit (EHRLEIN et al. 1970a, b; LINDHOLM und SALTIN 1974), wobei auch hier die der Geschwindigkeit zuzuordnende Herzfrequenz für jedes Pferd individuell verschieden ist (SCHROTER et al., 1996). Während THORNTON (1985) den linearen Bereich bei untrainierten Pferden mit einer Geschwindigkeit von etwa 198 – 798 m/min angibt, beobachtet CLAYTON (1991) die Linearität bei Geschwindigkeiten zwischen 350 – 700 m/min. Wird schließlich die Maximalherzfrequenz erreicht, flacht die Herzfrequenzkurve ab und es kommt letztendlich auch bei einer weiteren Steigerung der Geschwindigkeit zu einer Plateaubildung (McMIKEN 1983, PERSSON 1997). Herzfrequenzen im submaximalen Bereich können direkt durch Training beeinflusst werden, da sich der Kreislauf an gleichbleibende Belastungen adaptiert und nach Absolvierung eines Trainingsprogramms signifikant niedrigere Herzfrequenzen bei gleicher Geschwindigkeit zu beobachten sind (ISLER et al. 1982, BAYLY et al. 1983, THORNTON et al. 1983, MILLER und LAWRENCE 1987, SEXTON et al. 1987, SLOET VAN OLDRUITENBORG-OOSTERBAAN 1990, HARKINS und KAMERLING 1991, BRUIN et al. 1994, GOTTLIEB-VEDI et al. 1995, OKONEK 1998, SCHÄFER 2000, HENNINGS 2001). Bei der Anpassung oder Adaption handelt es sich um Phänomene der Leistungssteigerung durch sportliches Training, die zur Steigerung der Funktionstüchtigkeit, Leistungsfähigkeit und Belastungstoleranz führen (HOHMANN et al., 2003). So liegt ein Trainingseffekt vor, wenn bei einer bestimmten Herzfrequenz ein Anstieg der Geschwindigkeit nachgewiesen werden kann

(OHMURA et al., 2002). Unter 120 Schlägen pro Minute ist eine hohe Variabilität durch psychische Einflüsse wie Wind, Lärm und optische Störfaktoren von außen gegeben (EHRLEIN et al., 1973; PERSSON, 1983; THORNTON 1985, EVANS und ROSE, 1988; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, 1990; LINDNER et al., 2001; MICHEL, 2004), wobei der Einfluss mit geringerer Belastung zunimmt (PERSSON, 1983; SCHÄFER, 2000; VOSS et al., 2002) und auch eine Abhängigkeit vom Charakter der Pferde nachweisbar ist (STRAUB et al., 1984). Pferde mit ausgeglichenem Charakter reagieren auf äußere Einflüsse mit kaum merklichen Herzfrequenzerhöhungen, während sich übereifrige und nervöse Tiere schnell ablenken lassen und sprunghafte Herzfrequenzveränderungen aufweisen. Aber auch bei Herzfrequenzen bis zu 180 Schlägen pro Minute wurde noch über eine erhebliche Beeinflussung durch äußere Faktoren berichtet (KING et al., 1995), wobei PERSSON (1983) und EVANS und ROSE (1988) die psychische Beeinflussung in diesen Herzfrequenzbereichen für weniger relevant halten. Daher ist die Linearität zwischen gelaufener Geschwindigkeit und Herzfrequenz am Besten reproduzierbar, wenn die Werte unter standardisierten Bedingungen gewonnen werden (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN 1990, THORNTON 1985). Allerdings ist auch im Feldversuch das Erreichen einer Linearität zwischen Herzfrequenz und Geschwindigkeit nachgewiesen (SERRANO et al., 2001).

Nach einem anfänglichen überproportionalen Anstieg der Herzfrequenzwerte wird ca. 30 – 45 Sekunden nach Belastungsbeginn ein Plateau erreicht, wenn das Arbeitsniveau konstant gehalten wird (LINDHOLM und SALTIN 1974), so dass die Linearität zwischen Geschwindigkeits- und Herzfrequenzanstieg auch zu Beginn einer körperlichen Belastung vorübergehend nicht gegeben ist (EHRLEIN et al., 1970a). Die zunächst überproportionale Reaktion erklärt sich anhand zweier Phänomene (PERSSON 1967, PHYSICK-SHEARD 1985). Zum einen muss in der Beschleunigungsphase mehr Energie aufgewendet werden als zur Aufrechterhaltung einer konstanten Belastungsintensität notwendig ist. Zum anderen findet die Freisetzung von Erythrozyten aus der Milz zur Erhöhung der Sauerstofftransportfähigkeit verzögert statt, so dass eine Anpassung an das erhöhte Arbeitsniveau nur allmählich erfolgen kann. Die Entspeicherung der Milz erfolgt, indem sich die glatte Muskulatur der Milztrabekel durch die erhöhte Sympathikusaktivität unter Belastung kontrahiert und die in der Milz gespeicherten

Erythrozyten in den Kreislauf ausgeschüttet werden, so dass der erhöhte Sauerstoffbedarf trotz einer nicht weiter ansteigenden oder sogar abfallenden Herzfrequenz gedeckt werden kann. Des Weiteren kommt es durch die Ausschüttung der Erythrozyten zu einer Erhöhung des Blutdruckes, was wiederum ein erhöhtes Schlagvolumen zur Folge hat. Ist dies erreicht, sinkt die Herzfrequenz wieder leicht ab. Nach Splenektomie wird der anfänglich überproportionale Anstieg der Herzfrequenz nicht mehr beobachtet (PERSSON und LYDIN, 1973).

Durch die Entspeicherung der Milz zeigen trainierte Pferde außerdem höhere Hämatokrit- und Hämoglobinwerte und eine höhere Erythrozytenzahl als untrainierte Pferde. KRAFT und DÜRR (2005) stellten bei trainierten Vollblut-Rennpferden besonders hohe Werte fest. Der Hämatokrit kann, je nach Belastung, auf bis zu 60 Vol% steigen, man spricht von einer Entspeicherungspolyglobulie (PERSSON 1967). Der Anstieg des Hämatokritwertes wirkt jedoch aufgrund der ebenfalls steigenden Blutviskosität begrenzend (ART und LEKEUX, 1994). Der kapillare Widerstand und die Fließgeschwindigkeit verlangsamen, was auch eine Beeinflussung der thermoregulatorischen Vorgänge zur Folge hat (KLINE und FOREMAN, 1991).

Zusätzlich sorgen die Steigerung des Herzminutenvolumens und die Zunahme der Atemfrequenz für eine Erhöhung der Sauerstoffaufnahme, so dass auch die Sauerstoffaufnahme unter Belastung im submaximalen Bereich bei Herzfrequenzen von 120 bis 210 Schläge/min mit steigenden Geschwindigkeiten linear zunimmt und bei maximalen Herzfrequenzen einen Plateauwert erreicht (ENGELHARDT VON, 2000). Die Linearität der Sauerstoffaufnahme ist bei untrainierten Pferden deutlicher zu erkennen als bei trainierten (HARKINS et al., 1993).

2.1.4 Veränderungen von Herzfrequenzparametern nach körperlicher Belastung

Ein weiterer wichtiger Parameter zur Beurteilung des Konditionszustandes eines Pferdes ist die Erholung nach erbrachter Leistung, da der Verlauf der Erholungsphase neben der Intensität und Dauer der Belastung vor allem vom Trainingszustand und vom Leistungsvermögen des Pferdes abhängt (PERSSON,

1967; EVANS et al., 1990; ART und LEKEUX, 1993; KRZYWANIEK, 1999; MICHEL, 2004). So erreichen trainierte Pferde ihre Ruheherzfrequenz schneller als untrainierte (OKONEK, 1998), wobei der Ruhewert umso später erreicht wird, je größer die unter Belastung akkumulierte Sauerstoffschuld ausfällt. Dem entgegen konnten SKARDA et al. (1976) und SCHÄFER (2000) keine verkürzte Erholungszeit der Herzfrequenz nach Ausdauertraining feststellen.

Nach DYSON (1994) sollte die kardiale, mittels Herzfrequenzmessungen überprüfte Erholung des Pferdes abhängig von der Belastungsintensität nach fünf bis acht Minuten abgeschlossen sein. Dagegen beschreiben SKARDA et al. (1976) die Erholungsszeit beim Pferd in drei Phasen mit einer Gesamtlänge von über 60 Minuten. In der 1. Phase von 5 – 10 Minuten nach Ende der Belastung kommt es zu einer raschen Abnahme der Herzfrequenz. In der 2. Phase, die sich über die 10. bis 40. Minute nach Belastungsende erstreckt, fällt die Herzfrequenz jedoch weniger schnell, so dass die Ruheherzfrequenz erst in der 3. Phase, die länger als 60 Minuten dauern kann, wiedererreicht wird. PHYSICK-SHEARD (1985) beschreibt ebenfalls einen raschen Abfall der Herzfrequenzen nach Belastungsende. Dabei sinkt die Frequenz innerhalb von 30 – 60 Sekunden auf Werte um etwa 100 Schläge pro Minute, wobei die weitere Abnahme der Herzfrequenz langsamer erfolgt und ein Wiedererreichen des Ruhewertes erst nach ca. 20 – 60 Minuten erreicht wird. Auch HEBENBROCK (2006) beschreibt einen signifikanten Abfall der Herzfrequenz in den ersten beiden Minuten und ein Erreichen einer um 50% des Zielwertes (Herzfrequenz bei Durchreiten des Ziels nach einer Geländestrecke) reduzierten Herzfrequenz nach fünf Minuten. Die Länge der Gesamterholungszeit ist nach FOREMAN et al. (1990) davon abhängig, ob es zum vermehrten anaeroben Stoffwechsel während der vorangegangenen Belastung gekommen ist.

Da der deutlichste Herzfrequenzabfall in den ersten zehn Minuten nach Belastung zu erwarten ist, fand die Herzfrequenzmessung in Studien mit Quarter Horses (ERICKSON et al., 1987) und Vollblütern (HODGSON und ROSE, 1994) fünf Minuten nach erbrachter Galopparbeit bzw. zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls (OPEL VON, 1988) besondere Beachtung. FOREMAN et al. (1990) wiesen nach neun Wochen Training ein statistisch signifikant schnelleres Absinken der Herzfrequenz in den ersten fünf Minuten nach Belastungsende nach.

Dagegen stellen andere Autoren (z.B. STRAUB et al., 1984) die Aussagekraft der Erholungsherzfrequenz in Frage, da aufgrund der zurückgehenden Herzfrequenzen während der Wiederberuhigung davon ausgegangen werden muss, dass Umwelteinflüsse und andere Störfaktoren wieder vermehrt Einfluss nehmen (s. 2.1.3.2) und optimal vergleichbare Werte nur unter standardisierten Bedingungen unter Ausschluss dieser Störfaktoren gewonnen werden können.

2.2 Besondere Anforderungen an das Vielseitigkeitspferd

Die Vielseitigkeit, auch als „Krone der Reiterei“ bezeichnet, stellt hohe Anforderungen an die Athleten und ist, wie der Name schon sagt, die vielseitigste und eine der konditionsfordernsten pferdesportlichen Disziplinen, in der ein Pferd an den Start gebracht werden kann (ARMORY et al., 1993; MARLIN et al., 1995). Daher ist es überaus wichtig, neben der Gesunderhaltung dafür zu sorgen, dass das Pferd die Freude an der Arbeit und eine hohe Leistungsbereitschaft mitbringt und auch behält, um die Anforderungen einer Vielseitigkeit überhaupt erfüllen zu können. Vielseitigkeitspferde, die in schweren nationalen oder internationalen Prüfungen starten, sind Hochleistungsathleten, die die Prüfungsanforderungen nur im Zusammenspiel zielorientierten und systematischen Aufbaus körperlicher und psychischer Fitness und Anpassung des gesamten Organismus erbringen können, ohne Schaden zu nehmen.

Die Basis hierzu bildet eine sorgfältige Grundausbildung, die nach der Ausbildungsskala der Deutschen Reiterlichen Vereinigung erfolgen sollte mit dem Ziel, ein gehorsames, angenehmes und leistungsbereites Pferd zu erhalten (FEDERATION NATIONAL = FN, 2005). Nach Beendigung der Grundausbildung und somit dem Basistraining folgt das Leistungskonditionstraining (FN, 2001), das neben den Teildisziplinen der Vielseitigkeit Dressur und Springen stets ein spezielles Konditionstraining umfassen sollte, um eine optimale Vorbereitung auf die bis zu 7410 m lange Geländestrecke mit bis zu 45 festen Hindernissen zu ermöglichen (s. Tabelle 1). In einer Studie von SERRANO et al. (2002) wurde jedoch festgestellt, dass die im Rahmen der Trainingsmethoden von 51 Elitereitern und –trainern gemessenen Laktat- und Herzfrequenzwerte bei den eingesetzten Pferden deutlich

unter den im Wettkampf erhobenen Werten lagen. Auch in den Untersuchungen von JAEK (2004), HARBIG (2006) und HEBENBROCK (2006) wurden die Pferde im Training nicht mit den Belastungen konfrontiert, die in den Prüfungen zu erwarten waren. Die im Training gemessenen mittleren Herzfrequenzen waren signifikant niedriger als in den Prüfungen. Daraus wird gefolgert, dass die innerhalb des Trainings geforderten Belastungsintensitäten deutlich geringer ausfallen als dies unter Wettkampfbedingungen der Fall ist. Viele Pferde seien daher nicht angemessen trainiert bzw. „untertrainiert“.

Im Rahmen der Umfrage von SERRANO et al. (2002) gaben viele Reiter an, dass sie gern rationellere Trainingsprogramme aufnehmen würden, die besser auf die Wettkampfanforderungen abgestimmt seien und zugleich das Verletzungsrisiko minimierten. Dennoch würden sie ein verstärktes Ausdauertraining ablehnen und ein „untertrainiertes“ Pferd tolerieren, da angenommen wird, dass eine erhöhte Trainingsintensität ebenfalls ein erhöhtes Verletzungsrisiko birgt. Des Weiteren befürchten viele Reiter, dass eine weitere Erhöhung des Ausdauertrainings Temperamentveränderungen der Pferde nach sich zieht, worunter vor allem die ohnehin schon problematischen Dressurleistungen und evtl. auch die Technik am Sprung leiden könnten. Zuletzt spielen das zur Verfügung stehende Trainingsgelände und der Zeitaufwand, vor allem im Amateursport, eine Rolle, so dass auf limitierte Trainingsmöglichkeiten verwiesen wird. Daher kommen SERRANO et al. (2002), JAEK (2004) und HARBIG (2006) in ihren Studien zu dem Fazit, dass dringend angemessenere, d.h. intensivere Trainingsmethoden umgesetzt werden sollten, die exakt auf die hohen leistungsphysiologischen Anforderungen der Querfeldeinstrecke abzielen. SERRANO et al. (2002) halten ein Laufbandtraining für sinnvoll und fordern ein Trainingsmonitoring anhand der Parameter Laktat und Herzfrequenz, um „Untertraining“ zu vermeiden.

2.2.1 Der Aufbau von Vielseitigkeitsprüfungen

Die Vielseitigkeit, früher auch „Military“ genannt, hat sich dem alten Namen entsprechend aus der Militärreiterei entwickelt und ist seit 1912 eine olympische Disziplin. Im Laufe der Zeit hat sich der Aufbau der Vielseitigkeit immer wieder

gewandelt und auch in Zukunft wird es mit Sicherheit Anpassungen an die Leistungsfähigkeit der Athleten und neue sportmedizinische Erkenntnisse geben. Während nationale Prüfungen von der Leistungsprüfungsordnung (LPO) der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN, 2008) reglementiert werden, gelten für internationale Prüfungen die Rules for Eventing von der FEI (FEDERATION EQUESTRE INTERNATIONALE, 2006).

Eine Vielseitigkeitsprüfung setzt sich stets aus drei Teilprüfungen zusammen, wobei sich die beiden Teilprüfungen „Dressur“ und „Springen“ abhängig vom Prüfungsniveau zwar in ihren Anforderungen an den Ausbildungsstand des Pferdes und Reiters unterscheiden, jedoch ähnliche und vergleichsweise geringe Anforderungen an den Konditionszustand des Pferdes stellen. Die Teilprüfung „Gelände“ bildet den konditionellen Schwerpunkt einer Vielseitigkeit und stellt mit zunehmendem Prüfungsniveau immer höhere Anforderungen durch zunehmende Streckenlängen, eine zunehmende Anzahl an zu absolvierenden Sprünge sowie einer Erhöhung der erlaubten durchschnittlichen Geschwindigkeit (s. Tabelle 1).

Bis 2004 wurden sämtliche Prüfungen auf Championatsniveau als CCI (Concours Complet International), auch lange Vielseitigkeitsprüfung genannt, über einen Zeitraum von drei bis vier aufeinander folgenden Tagen ausgetragen und beinhalteten die Teilprüfungen Dressur, Gelände und Springen in der angegebenen Reihenfolge. Die Geländeprüfung an sich wurde bei einer langen Prüfung in insgesamt vier Phasen unterteilt (Phase A – D) und begann mit einer Wegestrecke zum Aufwärmen (Phase A) gefolgt von einer Rennbahn mit Sprüngen (Phase B) und einer weiteren Wegestrecke zum Durchatmen (Phase C). Anschließend erfolgte eine zehnminütige Verfassungspause zur Erholung der Pferde und Gesundheitsüberprüfung durch den zuständigen Veterinär, bevor das Kernstück, die Querfeldeinstrecke mit Hindernissen (Phase D) zu absolvieren war.

Nach immer wiederkehrenden Unfällen und anhaltenden Diskussionen über die Notwendigkeit einer so umfangreichen Prüfungsgestaltung wurde 2004 eine Sonderform des CCI eingeführt, die von den Aktiven als „CCI short“ bezeichnet wird und auf die Phasen B und C verzichtet. Der „CCI short“ hat den ursprünglichen CCI mittlerweile weitgehend abgelöst, so dass die Championatsprüfungen heutzutage

alle als Langprüfungen ohne erste Wegestrecke und Rennbahn ausgetragen werden.

Im Gegensatz hierzu stehen die Kurzprüfungen, international als CIC (Concours International Court) bezeichnet, die eine kürzere Querfeldeinstrecke sowie einen kürzeren Springparcours mit weniger Hindernissen vorsehen (s. Tabelle 1) und in ihrer Prüfungsgestaltung variabler sind, da lediglich die Dressur als erste Teilprüfung vorgeschrieben ist. Der weitere Prüfungsaufbau obliegt dem Veranstalter, der ebenso entscheiden kann, ob die Teilprüfung Gelände lediglich aus der Querfeldeinstrecke (Phase D) oder einer zusätzlich vorgeschalteten Wegestrecke (Phase A) bestehen soll. Die Phasen B und C entfallen bei Kurzprüfungen grundsätzlich.

Tab. 1: Anforderungen der Teilprüfung „Gelände“ abhängig vom Prüfungsniveau (FEDERATION EQUESTRE INTERNATIONALE, FEI, 2006)

PRÜFUNGSNIVEAU	STRECKENLÄNGE (m)	MAXIMALE ANZAHL AN HINDERNISSEN	GEFORDERTE GESCHWINDIGKEIT (m/min)
CIC**	2800 – 3600	36	550
CCI**	4900 – 5500	37	550
CIC***	2800 – 3600	40	570
CCI***	5700 – 6840	40	570
CCI****	6270 – 7410	45	570

CIC Concours Complet International, CCI Concours International Court

Allen Vielseitigkeitsprüfungen gemein ist die Durchführung mindestens einer Verfassungsprüfung, bei der der Gesundheits- und Pflegezustand eines jeden Pferdes beurteilt wird. Wann und wie viele Verfassungsprüfungen durchzuführen sind, lässt sich den oben genannten Regelwerken der FEI (Rules for Eventing, 2006) und der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN, LPO, 2008) entnehmen.

Der Schwierigkeitsgrad einer Vielseitigkeitsprüfung wird national in fünf Klassen unterteilt und fängt mit dem Einsteigniveau (Klasse E) an. Es folgen die Klassen A (Anfänger), L (leicht), M (mittel bzw. mittelschwer) und S (schwer). Die Klassen L – S entsprechen in etwa den internationalen Einteilungen nach Sternen. So entspricht die Klasse L der internationalen * -Kategorie, die mittelschwere Klasse der internationalen ** -Kategorie und die schwere Klasse der internationalen *** -Kategorie. Zusätzlich zur nationalen schweren Klasse gibt es international weltweit fünf Turniere, die sich durch ihren besonderen Schwierigkeitsgrad im Gelände auszeichnen und daher einer national nicht vergleichbaren **** -Kategorie zugeordnet werden.

2.3 Training, Definition und Erläuterungen

Da sich diese Arbeit mit dem Training von Vielseitigkeitspferden befasst, sollen hier zunächst allgemein gültige Trainingserkenntnisse, vorwiegend aus der Humanmedizin, zusammengefasst und entsprechende Begrifflichkeiten erläutert werden. Obwohl sich die meisten wissenschaftlichen Abhandlungen auf das Training im Humanleistungssport beziehen, lassen sich viele dieser Erkenntnisse auch auf den Pferdesport übertragen. Handelt es sich im Folgenden tatsächlich um Studien, die an Pferden durchgeführt wurden, so wird ausdrücklich darauf hingewiesen.

Das **Training** an sich wird von HICK und HICK (2000) definiert als die regelmäßige Wiederholung einer physischen und psychischen Belastung mit dem Ziel, Anpassungsvorgänge zu bewirken, die zu einer Zunahme der Leistungsfähigkeit führen. HOHMANN, LAMES und LETZELTER (2003) beschreiben Training als die planmäßige und systematische Realisation von Maßnahmen (Trainingsinhalten und Trainingsmethoden) zur nachhaltigen Erreichung von Zielen (Trainingszielen) im und durch Sport. Noch etwas umfassender definieren SCHNABEL et al. (2003) Training als zielgerichtete, systematisch aufgebaute und organisierte Tätigkeit zur Vervollkommnung bzw. Steigerung der körperlichen und motorischen Leistungsfähigkeit mit dem Ziel einer Förderung und Entwicklung von Adaptionsmechanismen an höhere Belastungen. Auch McARDLE et al. (2001) stellen die strukturelle und funktionelle Adaption, um das anforderungsspezifische Leistungsvermögen zu

verbessern, in den Vordergrund. Training bedeutet somit die Anpassung des Körpers bezüglich Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit, was zu einer verbesserten Kondition und somit zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit führt. Bei jeglicher Form von Training sollte allerdings das „Prinzip der Gesunderhaltung“ Beachtung finden. Dies beinhaltet, dass die verwendeten Trainingsmaßnahmen stets die Erhaltung und Stabilisierung der Gesundheit der Sportler gewährleisten (HIRTZ et al., 2001).

Auf energetischer Ebene funktioniert die Trainingsanpassung beim Pferd derart, dass der Organismus lernt, seinen Energiebedarf auf effizientere Weise zu decken, als dies vor einer Trainingsperiode der Fall war (HEPPES, 2003). Je nach Reitsportdisziplin soll eine Verlagerung des Energiestoffwechsels zu aerober oder anaerober Dominanz herbeigeführt werden, um beim Pferd eine bessere Toleranz der Effekte hoher Arbeitsintensität und damit ein späteres Einsetzen der Ermüdung zu induzieren (BAYLY, 1985; COUROUCÉ, 1998). Die Energie, insbesondere für die Muskelkontraktionen, wird während der Geländeprüfung zu etwa 60% über anaerobe und zu 40% über aerobe Stoffwechselwege bereitgestellt (BAYLY, 1985). Insbesondere beim Überwinden von Hindernissen und Beschleunigungen wird die Energie für die benötigte Kraft auf anaerobem Wege zur Verfügung gestellt (LEKEUX et al., 1991).

Der Trainingsverlauf unterliegt bei jedem zu Trainierenden dem Zyklus von Belastung, Ermüdung, Erholung und Anpassung. Nach oder während einer zielgerichteten Belastung erfolgt die Ermüdung als Folge der Störung des vorhandenen Gleichgewichts im Organismus. Diese Homöostaseauslenkung hat die Einregulierung eines neuen Gleichgewichts auf einem höheren Niveau zum Ziel, der Organismus des Pferdes reagiert mit Regeneration und Überkompensation (BRUIN et al., 1994). Will man dies erreichen, muss die Belastung eine Dauer und Intensität aufweisen, die die individuelle Reizschwelle überschreitet (SCHNABEL et al., 2003). Bleiben Trainingsbelastungen über einen längeren Zeitraum konstant, dann verlieren sie ihre Wirksamkeit für die Leistungssteigerung (Missachtung des Prinzips des trainingswirksamen Reizes). Gleichbleibende Belastungen tragen demnach sowohl beim Pferd als auch beim Mensch nur zum Erhalt der Leistungsfähigkeit bei, nicht

aber zu ihrer Steigerung (SCHÄFER, 2000; SCHNABEL et al., 2003; WEINECK, 2004).

Bezüglich der Reihenfolge der Belastungssteigerungen ist zu beachten, dass der Umfang immer vor der Intensität gesteigert werden sollte, um eine ausreichende Belastungsverträglichkeit zu gewährleisten. BAYLY (1985), HARKINS et al. (1990), CLAYTON (1991) und COUROUCÉ (1998) befürworten eine stetige langsame Steigerung der Trainingsdistanz und –geschwindigkeit beim Training von Pferden, wobei sie ausdrücklich darauf hinweisen, dass Distanz und Geschwindigkeit niemals gleichzeitig gesteigert werden sollten. Nach SCHNABEL et al. (2003) wird eine Erhöhung der Trainingsbelastungen im Abstand von vier bis sechs Wochen für sinnvoll erachtet und auch LOVING (1993) propagiert für den Reitsport, dass erst eine konstante Wiederholung der im Training geforderten Belastungen und vor allem ausreichende Erholungszeiten dazwischen zum gewünschten Trainingserfolg führen können.

Ein nahezu ideales Trainingsprogramm für Pferde führt daher zu einer Leistungssteigerung bei möglichst geringer Intensität, um Verletzungen vorzubeugen (GOTTLIEB-VEDI, 1995), wobei zu beachten ist, dass eine große individuelle Bandbreite an Trainingsreaktionen zu beobachten ist (EVANS et al., 1995). Durch Training sollten sowohl Knochen, Sehnen, Bänder und Gelenke als auch die Systeme zur Energieproduktion im Skelett- und Herzmuskel unter aeroben und anaeroben Bedingungen gestärkt werden (COFFMAN, 1981). VON ENGELHARDT (1977) fordert allerdings, dass Pferde nicht mit gleicher Intensität wie Menschen trainiert werden dürfen, da die Bänder, Sehnen und Gelenke des Pferdes dem Trainingsstress nicht in gleicher Weise gewachsen sind. Daher sollte insbesondere mit dem speziellen Galoppbelastungstraining nicht zu früh angefangen und auf möglichst gute Bodenverhältnisse geachtet werden, da das Galopptraining gerade für junge Pferde eine nicht zu unterschätzende physische Belastung bedeutet und erhebliche Verletzungsgefahren birgt (ERICKSON et al., 1987).

Außer auf ebenen Trainingsbahnen kann Training auch an Steigungen durchgeführt werden. Nach DAHLKAMP (2003) bewirkt ein Trainingsmodell mit wenig Galopp und viel Schritt, welches Bergtrainingseinheiten einbindet, die gleichen Trainings-

fortschritte wie ein Trainingsmodell mit viel Galopp und weniger Schritt auf der Ebene. Da die Galoppbelastung beim Bergtraining verringert ist, geht DAHLKAMP davon aus, dass das Training an der Schrägen ein tierschonenderes Modell darstellt, da die Gliedmaßen entlastet werden.

Im Wechsel mit Trainingseinheiten zur Konditionssteigerung eines Pferdes sollten Trainingseinheiten stehen, die nur eine leichte Belastung darstellen, um eine Belastungsintoleranz zu vermeiden (BRUIN et al., 1994, McGOWAN et al., 2002). Des Weiteren sollte die Trainingsplanung gezielt auf die Wettkämpfe vorbereiten und mit ausreichend Vorlauf zum Saisonstart begonnen werden (CLAYTON, 1991). Auch Wettkämpfe können in Form von Wettkampftraining in die Saisonplanung integriert werden. Wettkämpfe stellen die spezifischste Form der Belastung dar und dienen der Überprüfung von Kondition und der Umsetzung der im Training erworbenen Koordination, die beim Vielseitigkeitspferd vor allem für eine harmonische Absolvierung der Dressuraufgaben und ein erfolgreiches Überwinden der Hindernisse erforderlich ist. Eine Steigerung des Schwierigkeitsgrades der Wettkämpfe und somit der Anforderungen wird im humanen Leistungssport häufig praktiziert und führt aufgrund der vollständigen und komplexen Beanspruchung der psycho-physischen Leistungsreserven zu einer Verbesserung des Trainingszustandes (WEINECK, 2004).

Für eine optimale Vorbereitung des Vielseitigkeitspferdes gibt es verschiedene Empfehlungen, in welchen Herzfrequenzbereichen trainiert werden sollte. Die meisten Empfehlungen orientieren sich an der aerob-anaeroben Schwelle, da diese Schwelle als Maß für die Ausdauerleistungsfähigkeit gilt (MADER et al., 1976). Die aerob-anaerobe Schwelle gibt die höchste Leistung an, bei der sich Laktatbildung und Laktatelimination noch gerade die Waage halten (maximales Laktat-Steady State) (KINDERMANN et al., 1979). MADER et al. (1976) haben die Schwelle für die Humansportwissenschaft bei einer Laktatkonzentration von 4 mmol/l festgesetzt. Problematisch hierbei ist jedoch, dass die Schwelle von Mensch zu Mensch zum einen genetisch bedingt, zum anderen auf Grund sportartspezifischen Trainings variiert, so dass gut ausdauertrainierte Sportler eine tiefere Schwelle haben als untrainierte (MARTI et al., 1987; HELD, 1997). Somit ist es angezeigt, nicht von einer Schwelle zu sprechen, sondern von einem aerob-anaeroben Bereich. Beim

Pferd wurde das Schwellenkonzept von MADER et al. (1976) aus der Humansportwissenschaft übernommen. Ein endgültiger, wissenschaftlich korrekter Beweis, dass die aerob-anaerobe Schwelle beim Pferd bei 4 mmol/l liegt, wurde noch nicht erbracht. Da die Bestimmung der individuellen aerob-anaeroben Schwelle beim Pferd sehr aufwändig wäre, orientieren sich die meisten Autoren an dem Schwellenkonzept von MADER et al. (1976). Somit raten LEKEUX (1991) und ARMORY et al. (1993), im Training Herzfrequenzen von bis zu 190 – 200 Schlägen pro Minute zu fordern, wobei das Training in aerobe und anaerobe Phasen eingeteilt werden sollte. ARMORY et al. (1993) setzen für das aerobe Galopptraining Herzfrequenzen von 150 – 170 Schlägen pro Minute fest, die bei einer Geschwindigkeit von etwa 522 – 642 m/min erreicht werden, während das anaerobe Training bei Herzfrequenzen von über 190 Schlägen pro Minute und einer Geschwindigkeit ab 642 m/min beginnen soll. GALLOUX (1996) bestimmt den aeroben Bereich bei etwas niedrigeren Herzfrequenzen zwischen 130 – 150 Schlägen pro Minute im gleichen Geschwindigkeitsbereich. Der anaerobe Bereich beginnt nach GALLOUX (1996) erst bei etwas höheren Herzfrequenzen von mindestens 200 Schlägen pro Minute. Nach JONES (1984) muss die Geschwindigkeit im Training von Pferden so angepasst werden, dass wenigstens Herzfrequenzen von 150 Schlägen pro Minute erreicht werden, um einen konditionellen Trainingsfortschritt zu erzielen. COUROUCÉ (1999) schlägt vor, das Training individuell in Herzfrequenzbereichen durchzuführen, bei denen die Blutlaktatkonzentration bei 4 mmol/l liegt (HF4), was jedoch unweigerlich an entsprechende Laktatmessungen gekoppelt und somit sehr aufwändig durchzuführen ist.

Nach Saisonende sollte zur psychischen und physischen Regeneration eine Wettkampfpause eingelegt werden. Im Humansport ist ein Zusammenhang zwischen dem aktuellen Erholungs-Beanspruchungs-Zustand und den Wettkampf- bzw. Trainingsleistungen bereits nachgewiesen. Bei unzureichender Erholung können chronische Auswirkungen im psychischen und physischen Bereich folgen (z.B. Übertraining, s. 2.3.1). Diese negativen Effekte sind auch eine Gefahr bei einer zu großen Wettkampfdichte. Um dies zu vermeiden, wurde für die menschlichen Sportler ein Erholungs-Belastungs-Fragebogen erstellt (KELLMANN und KALLUS, 2000), der die Erholungs-Beanspruchungsbilanz von Athleten in systematischer

Weise beleuchtet. Da die Erholung nach KALLUS (1995) ein Prozess der Zeit ist, von der Art und Dauer der Beanspruchung sowie der individuellen Bewertung abhängt und erst mit dem Erreichen eines Zustands wiederhergestellter Leistungsfähigkeit und homöostatischer Ausgeglichenheit endet und eine Selbsteinschätzung der Pferde im Reitsport nicht möglich ist, sollte eine ausreichend lange Wettkampfpause in den Wintermonaten eingelegt werden. In dieser Pause erfolgt ein Training von wesentlich geringerer Intensität und durch entsprechende regenerative Maßnahmen ein „Wiederauftanken“ der psychophysischen Reserven. Im Anschluss daran erzielen die Athleten dann wieder absolute Spitzenleistungen, die zum Teil noch über den zuvor erreichten liegen (GROSSER et al., 2004).

Während CLAYTON (1991) eine völlige Ruhigstellung der Pferde nach Saisonende für bedenklich hält, konnten GYSIN et al. (1987) selbst nach fünf Wochen mit Training im Belastungstest keinen Anstieg der Herzfrequenz beobachten und stellten somit fest, dass der Fitnesszustand auf dem Level des Posttrainings blieb. Auch GOTTLIEB-VEDI et al. (1995) konnten keine negativen Auswirkungen der Detrainingsphase feststellen, woraus sie schlossen, dass eine schnelle Rekonditionierung möglich ist. Diese Empfehlungen sind jedoch eher empirisch und beruhen auf Erfahrungswerten aus der Praxis. Humanmedizinische Studien hingegen belegen, dass Trainingsanpassungen nicht speicherbar sind und eine unzureichende Beanspruchung zu einer Deadaption und sinkender konditioneller Leistungsfähigkeit führt (SCHNABEL et al., 2003). Bereits nach zwei bis drei Wochen verringerter Aktivität kommt es zu einer Abnahme der Kapillardichte in der Skelettmuskulatur. Die arteriovenöse Sauerstoffdifferenz, gekoppelt auch an die Abnahme mitochondrialer Enzyme, sinkt drei bis acht Wochen nach dem Trainingsstop deutlich ab. Bei länger aussetzendem Trainingsreiz kommt es infolge davon zu einer Abnahme der maximalen Sauerstoffaufnahme-fähigkeit. Ob diese noch über den Werten untrainierter Personen bleibt, hängt von der vorherigen Trainingsdauer ab. Die Muskelfaserzusammensetzung bleibt in den ersten Wochen einer Trainingspause unverändert, der Faserquerschnitt nimmt bei Kraft- und Schnellkraftsportlern sowie auch bei erst kürzlich auftrainierten Ausdauersportlern schnell und deutlich ab, während er bei Ausdauerathleten leicht ansteigen kann. Die Kraftproduktion im Allgemeinen kann leicht bis zu vier Wochen aufrecht erhalten werden, allerdings können exzentrische und sportspezifische Kräfte sowie erst

kürzlich erworbene isokinetische Kräfte signifikant abnehmen (MUJICA und PADILLA, 2001).

2.3.1 „Übertraining“

Nach einer körperlichen Belastung, die eine Erschöpfung hervorruft, kann eine akute Muskelermüdung beobachtet werden. Eine Erholungsphase ist nötig, um die Balance des Körpers wieder herzustellen. Wird keine ausreichende Erholung gewährt, tritt eine Ermüdung des gesamten Körpers auf (FLAMINIO et al., 1996), es kommt zum „Übertraining“. Ist dieser Zustand lediglich auf einen Mangel an Energie zurückzuführen, handelt es sich um das sogenannte „Kurzzeit-Übertraining“ oder auch „Overreaching“ und die betroffene Pferde erholen sich innerhalb weniger Tage (LOVING, 1993), so dass das „Overreaching“ als geplante Trainingsphase in ein Trainingsprogramm integriert werden kann. Der Homöostaseauslenkung folgt die Einregulierung eines neuen Gleichgewichts auf einem höheren Niveau, der Organismus des Pferdes reagiert mit Regeneration und Überkompensation (BRUIN et al., 1994). Wird dem betroffenen Pferd jedoch keine ausreichende Erholungsphase zugestanden, kann das „Kurzzeit-Übertraining“ auch als Frühstadium des eigentlichen Übertrainings auftreten (FRY und KRAEMER, 1997), das durch eine Imbalance zwischen Training und Erholung entsteht und durch einen Leistungsabfall bei anhaltender Trainingsintensität gekennzeichnet ist (FRY und KRAEMER, 1997).

Häufig sind von „Übertraining“ betroffene Pferde nicht mehr in der Lage, das geforderte Training zu beenden (BRUIN et al., 1994). Die Herzfrequenz steigt sowohl in Ruhe als auch unter Belastung, die Wiederberuhigung der Herzfrequenz verschlechtert sich, die Pferde schwitzen abnorm, es kommt zu Muskeltremor, Durchfall und einer verringerten Futteraufnahme. Die Folgen sind Gewichtsverlust, steife Muskeln und Wesensveränderungen sowie endokrine und metabolische Entgleisungen. PERSSON et al. (1983) und FRY et al. (1991) konnten im Blut erhöhte Harnstoff-, Kreatinin-, CK- und Hämatokritwerte nachweisen. Der erhöhte Hämatokrit führt nach PERSSON et al. (1983) zu einer ebenfalls gesteigerten Blutviskosität, aus der wiederum eine reduzierte kapilläre Durchblutung resultiert, was

die Sauerstoffversorgung des Muskels herabsetzt. LOVING (1993) konnte mittels histologischer Untersuchungen Strukturzerstörungen innerhalb des Muskels nachweisen, die von keinerlei Entzündungsanzeichen begleitet waren. Die ATP-Konzentration im Muskel ist nach Belastung bei übertrainierten Pferden signifikant weniger erniedrigt (BRUIN et al., 1994). Auf der Ebene von Sehnen und Bändern können bei wiederholt submaximalen Belastungen Gewebeschäden in Form von Mikrotraumen durch Entzündungsprozesse auftreten (McMIKEN, 1983).

Klinisch wird zwischen der weniger häufig auftretenden sympathischen Form und der wesentlich häufiger auftretenden parasympathischen Form unterschieden. Die sympathische Form, bei der ein erhöhter Sympathikotonus herrscht, wird vor allem bei jungen, auf Geschwindigkeit trainierten Pferden (Rennpferden) beobachtet. Diese zeigen eine erhöhte Ruheherzfrequenz, Ruhelosigkeit und Übererregbarkeit bei abfallender Leistung. Diese Form des Übertrainings tritt auch als Vorstufe der parasympathischen Form auf, die häufig bei auf Ausdauerleistungen trainierten Pferden (meist Distanzpferden) beobachtet wird. Sie ist gekennzeichnet durch eine erniedrigte Ruheherzfrequenz und einer raschen Abnahme der Herzfrequenz nach Belastung, wobei die Herzfrequenz unter Belastung jedoch abnormal erhöht ist. Es treten Hypoglykämie, Calciummangel und eine Immunsuppression auf. Die Laktatwerte bei maximaler Belastung sind erniedrigt (BRUIN et al., 1994).

Ist beim Pferd erst einmal das „Übertrainingssyndrom“ aufgetreten, ist das Verletzungsrisiko auf Grund der körperlichen Dysbalance deutlich erhöht. Es bedarf einer wochen- bis monatelangen Regenerationsphase, um diesen Zustand zu überwinden (FRY und KRAMER, 1997), weshalb das Auftreten dieses Syndroms unbedingt vermieden werden muss.

2.3.2 Trainingsbedingte Verletzungen bei Vielseitigkeitspferden

Im Pferdeleistungssport und vor allem in der Vielseitigkeit kommt es häufig zu Trainingsausfällen durch Lahmheiten aufgrund von Erkrankungen der Beugesehnen (STASHAK, 1987). Verletzungen der oberflächlichen und tiefen Beugesehnen gehören bei Pferden aus dem Renn- und Reitsport zu den häufigsten

Lahmheitsursachen. Mit insgesamt 68,5% erreichten Erkrankungen des Bewegungsapparates auch in der Studie von HILGERS (2005) den mit Abstand höchsten Wert aller dokumentierten Erkrankungen. Betroffen sind vor allem Pferde, die einer ausgesprochen hohen Galoppbelastung ausgesetzt sind, so dass insbesondere bei Renn- und Vielseitigkeitspferden darauf geachtet werden sollte, sowohl im Training als auch im Wettkampf den Beugesehnenapparat schonend auf Belastungen vorzubereiten. Nach FOREMAN (2004) werden durch hohe Geschwindigkeiten vor allem Beugesehnenschäden, Fesselträgerschäden und Verletzungen im Bereich des Unterstützungsbandes begünstigt. Durch Hyperextension kommt es des Weiteren vermehrt zu Fesselgelenksentzündungen. Lahmheiten der Hinterhand zeigen sich meistens am Sprunggelenk in Form von Spat.

Eine unter Pferden im Vielseitigkeitssport verbreitete Muskelerkrankung sieht FOREMAN (2004) in der Exertional Rhabdomyolysis („Lumbago“), die bei körperlicher Überhitzung der Pferde (FOREMAN, 1998), kohlenhydratreicher Fütterung (VALBERG, 1996; VALENTINE et al., 1998) und einer nicht den Anforderungen entsprechenden Vorbereitung der Pferde auf die geforderten Belastungen auftreten kann. Des Weiteren scheint eine genetische Prädisposition von Vollblütern zu bestehen (VALBERG, 1996).

Pathologische Veränderungen im Bereich des Respirationstraktes, die gehäuft bei Vielseitigkeitspferden auftreten, sieht FOREMAN (2004) in der meist linksseitigen idiopathischen Hemiplegia laryngis. Weitere Erkrankungen des Respirationstraktes stellen Infektionen der oberen Atemwege und der Lunge dar. Durch den Transport der Pferde über längere Strecken und eine immer wieder wechselnde Keimflora durch den häufigen Kontakt zu stallfremden Pferden auf Turnieren, ist die Gefahr einer stressinduzierten Infektion sehr hoch (AUSTIN et al., 1995). Ein durch Belastung induziertes Nasen- oder Lungenbluten wird bei Vielseitigkeitsprüfungen bisweilen während der Geländestrecke beobachtet (FOREMAN, 2004). Ebenfalls während der Geländestrecke steigt die Gefahr des Vorhofflimmerns. Der Grund hierfür liegt im Flüssigkeits- und Elektrolytverlust der Pferde gerade bei hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit (FOREMAN, 1998).

Während krankheitsbedingte Ausfälle durch Überbelastung durch sinnvolles und durchdachtes Training minimiert werden können, kommt es bei Vielseitigkeitspferden auch immer wieder zu Verletzungen durch Stürze oder ein Hängenbleiben an den fest gebauten Hindernissen der Geländestrecke. Dies lässt sich zwar auch durch ein ideales Training nicht immer verhindern, allerdings kann durch eine optimale Vorbereitung eine Verletzung aufgrund eintretender Ermüdung verhindert werden. Deshalb ist es wichtig, weitere Erkenntnisse über den idealen Trainingsbereich eines Vielseitigkeitspferdes zu erlangen, um die Trainingsnotwendigkeit und die daraus resultierende Verletzungsgefahr besser abwägen zu können.

2.3.3 Trainingsmethoden

Jede Trainingseinheit wird maßgeblich gestaltet durch den Trainingsinhalt und die Trainingsmethode. **Trainingsinhalte** stellen die konkrete Ausrichtung des Trainings auf das vorgegebene Trainingsziel dar (WEINECK, 2004). Nach KENT (1998) werden Trainingsinhalte bzw. Trainingsbelastungen durch folgende qualitative und quantitative Merkmale charakterisiert:

- die Trainingsdauer bezeichnet die Zeitspanne, die eine Trainingseinheit umfasst
- die Trainingsintensität stellt den Belastungsumfang pro Zeiteinheit dar
- die Trainingseinheit beschreibt eine kontinuierliche Zeitdauer, in der mit einer bestimmten Zielvorstellung trainiert wird, z.B. zur Verbesserung der Ausdauer
- die Trainingsphase bezeichnet die Zeitspanne, die das gesamte Trainingsprogramm umfasst (z.B. eine gesamte Turniersaison)
- die Trainingsfrequenz besagt, wie viele Trainingseinheiten/Zeiteinheit absolviert werden (z.B. zwei Trainingseinheiten/Woche) und
- das Trainingsausmaß schließlich ist ein Maß für den Gesamtumfang einer Trainingseinheit unter Berücksichtigung der erreichten Herzfrequenz sowie der Dauer und der Intensität der Belastung

Für den Pferdesport besteht weitgehende Einigkeit darüber, dass sich die Beschreibung einer Belastung auf die Parameter Trainingsintensität, -dauer und -frequenz beschränkt und dass Trainingspläne prinzipiell über die Variation dieser Größen

erstellt werden können. Dabei drückt sich die Trainingsintensität beispielsweise in der Laufgeschwindigkeit aus und kann zudem durch diverse Faktoren wie Steigung, zusätzliche Gewichte oder Boden- und Klimaverhältnisse verändert werden (COUROUCÉ, 1998).

Die **Trainingsmethoden** stellen zumeist in der Sportpraxis entwickelte planmäßige Verfahren zur Verwirklichung gesetzter Trainingsziele dar und legen die Trainingsinhalte, die Trainingsmittel und die Belastungsweise fest (WEINECK, 2004, GROSSER et al., 2004). Das wöchentliche Training sollte stets auf mehrere Trainingseinheiten verteilt werden (Belastungssplitting), da ein zu schnell erarbeitetes Leistungsniveau wenig stabil ist. So wiesen MÜLLER und HETTINGER schon 1954 nach, dass die Kraft bei täglichem Muskeltraining rasch zunimmt und nach Einstellung der Übungen ebenso rasch wieder abfällt. Hält man dagegen das durch tägliches Training erreichte Kraftniveau durch wöchentliches Üben mehrere Wochen aufrecht, so verlangsamt sich der bei Beenden der Übungen einsetzende Kraftabfall mehr und mehr. Demnach folgt auf den schnellen Anstieg der Muskelkraft eine langsame Festigung der jeweils erreichten Kraftstufe, weshalb sich über einen größeren Zeitraum hin erzielte Adaptionen durch eine wesentlich höhere Stabilität (Trainingsfestigkeit) und eine geringere Störanfälligkeit auszeichnen. Eigenständige Grundmethoden haben sich vor allem im Konditionsbereich herauskristallisiert, so dass nach humansportlichen Erkenntnissen nach der Dauer-, Intervall-, Wiederholungs- oder Wettkampfmethode trainiert werden kann (SCHNABEL et al., 2003).

Die Dauermethode sieht eine länger andauernde Belastung ohne Unterbrechung vor und lässt sich nochmal unterteilen in ein Training mit konstanter oder wechselnder Intensität (Wechselmethode), allerdings ohne dass sich der Körper zwischen den Intensitätswechseln erholen kann. Die Belastungsdauer bei geringer bis mittlerer Intensität kann bis zu mehrere Stunden betragen, während bei hoher Intensität eine maximale für Trainingszwecke sinnvolle Belastungsdauer von etwa 45 Minuten erreicht werden kann.

Die Intervallmethode hingegen fordert einen Wechsel zwischen relativ kurzen Be- und Entlastungsphasen, wodurch es zwischen den einzelnen Intervallen zwar zu einer Teilerholung, nicht aber zu einer vollständigen Erholung und Regeneration

kommen kann und soll. Bei geringer bis mittlerer Intensität kann eine Belastungsdauer von bis zu zehn Minuten erreicht werden, bei hoher Intensität beträgt die Belastungsdauer häufig lediglich etwa 60 Sekunden.

Bei der Wiederholungsmethode wechseln sich sehr intensive, relativ kurze Belastungsphasen mit lang andauernden Erholungsphasen ab, so dass es vor erneuter Belastung zu einer vollständigen Erholung kommen kann. Der Gesamtbelastungsumfang im Rahmen der Wiederholungsmethode ist dadurch sehr gering.

Bei der Wettkampfmethode schließlich kommt es nur zu einer einmaligen, selten einer mehrfachen Belastung mit höchstem Einsatz und wettkampftypischem Verhalten oder es wird im Rahmen der Trainingsplanung an Wettkämpfen teilgenommen (sogenannte „Trainingswettkämpfe“), bei denen nicht immer an die Leistungsgrenze herangegangen wird (SCHNABEL et al., 2003).

Da die Teilnehmer dieser Studie nach der Intervallmethode bzw. vereinzelt auch nach der Dauermethode trainiert haben und für ein Pferd sogar eine Kombination aus Dauer- und Intervallmethode stattgefunden hat, sollen diese beiden Trainingsmethoden, die auf trainingswissenschaftlichen Grundlagen aus der Humanmedizin beruhen, näher erläutert werden. SCHÄFER (2000) empfiehlt, Pferde zunächst über einen Zeitraum von etwa zwölf Wochen bei konstanter Intensität nach der Dauermethode zu trainieren, um ihnen ein gewisses Maß an Grundlagenausdauer zu vermitteln. Anschließend sei jedoch insbesondere die Intervallmethode zum Training von Kraft und Schnelligkeit geeignet.

2.3.3.1 Die Intervallmethode

Das Intervalltraining ist ein auf das Basistraining folgendes Aufbautraining (CLAYTON, 1991) und stellt die am meisten verbreitete und angewendete Form des Galopptrainings dar. Ziel ist die Verbesserung der Schnelligkeitsausdauer, der Schnellkraft, der Schnellkraftausdauer und der Kraftausdauer (SCHNABEL et al., 2003). Unter Schnelligkeitsausdauer wird die Fähigkeit verstanden, die Phase der

höchsten Geschwindigkeit über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten zu können. Die Schnellkraft ist die Fähigkeit des Muskels in möglichst kurzer Zeit eine möglichst große Spannung zu erzeugen. Der Begriff der Schnellkraftausdauer bezeichnet die Fähigkeit des Körpers bzw. der Muskulatur, schnellkräftige Bewegungen über einen längeren Zeitraum durchführen zu können, ohne dabei zu ermüden. Die Kraftausdauer kann definiert werden als die von der Maximalkraft abhängige Ermüdungswiderstandsfähigkeit gegen lang dauernde sich wiederholende Belastungen bei statischer oder dynamischer Muskelarbeit (EHLENZ et al., 2003).

Die Definition des Intervalltrainings beschreibt einen wiederholten Wechsel zwischen Belastungs- und unvollständigen Erholungsphasen (HARKINS et al., 1990; HODGSON und ROSE, 1994; Martin et al., 2001). Nach einer Aufwärmphase werden mehrere Belastungsintervalle absolviert, die von belastungsarmen Pausen unterbrochen werden. Durch die kurzen Pausen wird der schnelle Anfangseffekt der Erholung genutzt, die Herzfrequenz fällt stark ab, das Sauerstoffangebot sinkt hingegen vergleichsweise langsam. Dadurch steht zu Beginn der neuen Belastung gleich eine große Menge Sauerstoff zur Verfügung. Zudem kommt es in der Pause zumindest zu einer partiellen Laktatabfuhr (SCHNABEL et al., 2003). Die Pausenlänge ist so zu gestalten, dass die nächste Belastung folgt, sobald der Körper dieser gerade wieder gewachsen ist. Diese Art der Pausengestaltung nennt sich lohnende Pause und sieht vor, dass die Erholung vor der erneuten Belastung zu etwa 2/3 abgeschlossen sein sollte, was normalerweise nach etwa 1/3 der für die Erholungsphase erforderlichen Gesamtdauer der Fall ist (BLUM und FRIEDMANN, 2002, Abbildung 1).

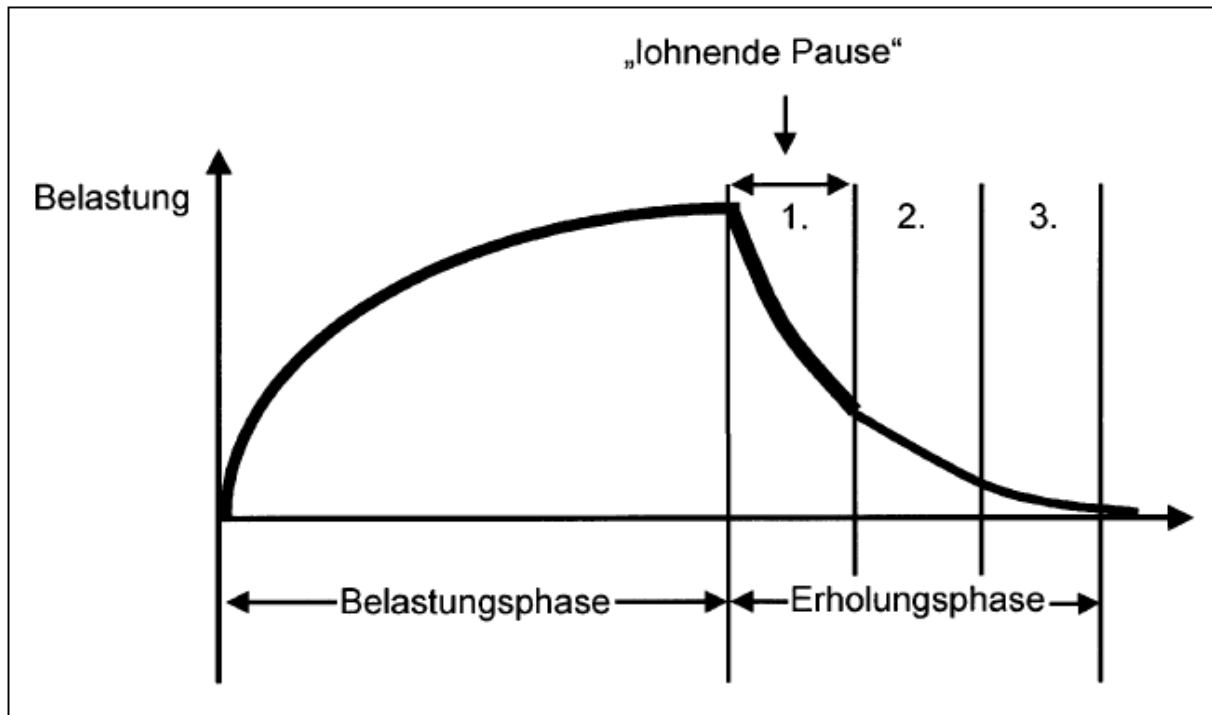


Abb. 1: Prinzip der Belastung und der lohnenden Pause im zeitlichen Verlauf (modifiziert nach BLUM und FRIEDMANN, 2002)

Abhängig von der Intensität des Intervalltrainings lässt sich dieses in die extensive Intervallmethode mit Belastungsintensitäten von 60 – 80% und die intensive Intervallmethode mit Belastungsintensitäten von 80 – 90% der maximalen Leistungsfähigkeit einteilen (WEINECK, 2000; MARTIN et al., 2001). Im Gegensatz zur extensiven Intervallmethode, bei der ausschließlich Reize im aeroben Bereich gesetzt werden, werden bei der intensiven Intervallmethode auch Reize im anaeroben Bereich gesetzt, die jedoch nicht nur zu einer Verbesserung der anaeroben (AHSBAHS und CHMIEL, 1992, MARTIN et al., 2001), sondern auch zu einem Ausbau der aeroben Kapazitäten führen (SPRINGORUM, 1999). Das bedeutet, dass die Fähigkeit des Pferdes, Leistung zu erbringen, ohne die Schwelle zur anaeroben Energiebereitstellung zu überschreiten, verbessert wird (CLAYTON, 1991). Eine größere aerobe Kapazität wird angestrebt, da sie den vergleichsweise höheren Energiebeitrag des anaeroben Stoffwechsels verringert und so über den damit verbundenen Rückgang der Laktatakkumulation den Ermüdungszeitpunkt nach hinten verschiebt. Somit führt Intervalltraining nicht nur zu einem Aufbau der Muskulatur durch Beanspruchung der schnell kontrahierenden Fasern (Typ II-Fasern), sondern auch zu einer Verbesserung der Gesamtstoffwechselkapazität und der Leistungsfähigkeit.

Im Reitsport gliedert sich ein Intervalltraining meist in drei bis vier einzelne Galoppintervalle mit einer durchschnittlichen Dauer von je etwa drei Minuten. Die dazwischen liegenden Pausen werden im ruhigen Trab oder Schritt absolviert und haben meist eine ähnliche Dauer wie die vorgeschalteten Galoppintervalle. Die Geschwindigkeit während der einzelnen Intervalle kann entweder von Intervall zu Intervall gesteigert werden oder die einzelnen Intervalle werden in schnellere und langsamere Phasen gegliedert. Für die Steigerung der Trainingsbelastung gilt, dass immer zuerst die Dauer des Intervalls und damit die Länge der Wegstrecke und erst dann die Geschwindigkeit erhöht werden soll. Ebenso sollte zunächst die Anzahl an Wiederholungen vor der Erhöhung der Geschwindigkeit gesteigert werden (SCHNABEL et al., 2003). Die Gesamtbelastung und somit die Trainingseffektivität werden durch die Dauer und Intensität der Belastungsphasen, die Dauer der Erholungsphasen, die Art und Intensität der Tätigkeit in den Erholungsphasen sowie die Anzahl der Wiederholungen bestimmt. Nach CLAYTON (1991) beträgt der ideale Intervalltrainingsabstand für Sportpferde dreimal pro Woche an alternierenden Tagen im aeroben Bereich, während im anaeroben Bereich drei bis vier Trainingseinheiten innerhalb von zwei Wochen genügen. Im Gegensatz dazu befürworten ISLER et al. (1982), BAYLY (1985) und MARLIN und NANKERVIS (2002) ein vier- bis fünfmaliges Training in der Woche, während DIBOWSKI (2002) aus seiner Erfahrung als erfolgreicher Vielseitigkeitsreiter ableitet, dass bei vollblütigen Pferden ein Galopptrainingsabstand von fünf Tagen günstig ist. Da trotz zahlreicher Studien Erkenntnisse in Bezug auf die optimale Trainingsintensität noch immer unzureichend und nur wenig abgesichert sind, erfolgt das Training von Vielseitigkeitspferden nach wie vor mehr auf empirischer als wissenschaftlicher Basis (MARLIN und NANKERVIS, 2002). Die Kunst des Trainers besteht darin, die optimale Trainingsintensität für das jeweilige Pferd zu finden (BRUIN et al., 1993).

2.3.3.2 Die Dauermethode

Die Dauermethode ist gekennzeichnet durch lange gleichmäßige Ausdauerbelastungen ohne Pausen mit dem Ziel der Förderung der Grundlagenausdauer. Dabei kann die Intensität abhängig von der Zielsetzung der Trainingseinheit stark variieren, so dass auch hier von einer extensiven und einer intensiven Trainingsform

gesprochen werden kann (SCHNABEL et al., 2003). Abhängig von der gewählten Dauermethode werden unterschiedliche Effekte erzielt.

Bei der extensiven Dauermethode, auch Slow-Long-Distance-Training genannt (MARLIN und NENKERVIS, 2002), wird eine relativ lange Trainingsdauer von 1,5 – 2 Stunden mit niedriger Intensität (Schritt, Trab) absolviert, so dass die Belastung ausschließlich im aeroben Bereich liegt. Hierbei kommt es besonders im Bereich des Fettstoffwechsels zu adaptativen physiologischen Vorgängen. Insbesondere wird die Fettverbrennung, also die Fähigkeit, Fettsäuren zur Energiegewinnung zu nutzen, verbessert. Somit werden die gespeicherten Kohlenhydrate für intensivere Trainingsabschnitte geschont. Des Weiteren wird die Herz-Kreislauf-Arbeit ökonomisiert (Zunahme der Herzfrequenz unter Belastung sowie Abnahme des Schlagvolumens) und die periphere Durchblutung verbessert (WEINECK, 2004).

Wenn hingegen intensiv trainiert wird, verkürzt sich die Trainingszeit auf maximal 30 Minuten, während die Intensität deutlich gesteigert wird und im Bereich der aerob-anaeroben Schwelle liegen sollte. Hierbei werden in erster Linie der Glykogenstoffwechsel, also die anaerobe Glykolyse, und die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels verbessert (FROBÖSE und HARTMANN, 2002). Somit kommt zu einer verstärkten Glykogennutzung und einer Vergrößerung der Glykogenspeicher sowie zu einer Erweiterung der aeroben Kapazität mit einer Verbesserung der maximalen Sauerstoffverfügbarkeit.

Neben der gleichmäßigen Dauerbelastung sind allerdings auch Varianten möglich, wie die Tempowechselmethode, bei der die Intensität planmäßig variiert wird, um das Training abwechslungsreicher zu gestalten. Ebenso kann die Belastungsintensität unplanmäßig (z.B. geländebedingt) variiert werden (sog. Fahrten Spiel), um den unterschiedlichen äußeren Bedingungen in praxi gerecht werden zu können. Die Vorteile gegenüber der Dauerbelastung mit konstanter Intensität liegen in der Vermeidung stereotyper Bewegungsmuster, da auch die schnell kontrahierenden Fasern beansprucht werden und darin, dass neben dem aeroben Stoffwechsel auch anaerobe Stoffwechselbeanspruchungen erfolgen. Die Vermeidung von stereotypen Bewegungsmustern ist wichtig, um chronische Überlastungen des Sehnen- und Bandapparates zu vermeiden. Diese können durch einseitige Belastungen und damit

einhergehende Minderdurchblutungen ohnehin schon schwach durchbluteter Gewebe wie Sehnen begünstigt werden. Durch akute Überbelastung kommt es zur arteriellen Ischämie des Sehnengewebes und dadurch zur Gewebsazidose und zur Sehnendegeneration (WEGNER, 2002).

Nach WEINECK (2004) sollte ein intensives Training nach der Dauermethode im Abstand von 2 – 4 Tagen stattfinden, damit sich der Organismus von der Belastung erholen und an erneute Belastungen adaptieren kann. Vor allem bei der intensiven Dauermethode ist ein mindestens zweitägiger Trainingsabstand unbedingt einzuhalten, damit die Auffüllung der Glycogenspeicher vor dem erneuten Trainingsreiz gewährleistet ist. In der Zwischenzeit sollten die Pferde entsprechend ihres durchschnittlichen Arbeitspensums weitergearbeitet werden, wobei sich etwas intensivere Dressur- und Springtrainings und weniger intensive Trainingseinheiten, z.B. im Gelände, abwechseln sollten.

2.3.3.3 Intervall- und Dauermethode im Vergleich

Während die Dauermethode in früheren Jahren die am weitesten verbreitete Trainingsform darstellte, ist sie heutzutage von der Intervallmethode fast vollständig verdrängt worden. Die Einteilung in mehrere Galoppintervalle bei höherem Trainingseffekt stellt eine Verminderung der Verletzungsgefahr dar, da der Beginn der Erschöpfung des Pferdes durch die lohnenden Pausen (s. 2.3.3.1) verzögert wird (JAEK, 2004). Somit kann ein größerer Trainingsfortschritt erzielt werden (BAYLY, 1985, MARLIN und NANKERVIS, 2002). Hierdurch kommt es zu einer deutlicheren Kräftigung der gewichtsaufnehmenden Strukturen der Hinterhand, was ebenfalls Verletzungen, vor allem orthopädischer Art vorbeugt (GALLOUX, 2002). Bei der Dauermethode hingegen besteht durch Ermüdung der gewichtsaufnehmenden Muskulatur der Hinterhand die Gefahr der Überbelastung der Vorhand, daher wird im Rahmen der Dauermethode ein besonderes Maß an Motivation notwendig, um Balance und Rhythmus halten zu können (DYSON, 1994).

Ein weiterer Unterschied zwischen Dauer- und Intervallmethode besteht darin, dass im Rahmen der Dauermethode in erster Linie die aerobe Kapazität gesteigert wird,

während die Intervallmethode in Abhängigkeit von der Intensität neben der aeroben auch die anaeroben Fähigkeiten trainiert. Bei Bedarf können Intervall- und Dauermethode kombiniert werden (DYSON, 1997). Da die Dauermethode jedoch primär geeignet ist, um eine gute Grundlagenausdauer zu erreichen, die ein im Turniersport eingesetztes Vielseitigkeitspferd bereits aufweisen sollte, werden die Galopptrainings der meisten Vielseitigkeitspferde nach der Intervallmethode durchgeführt.

Bezüglich der Herzfrequenzen der Pferde konnte im direkten Vergleich jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Trainingsmethoden festgestellt werden. GABEL et al. (1983) unterzogen Traber in zwei aufeinander folgenden Jahren zunächst konventionellem Training nach der Dauermethode in Form von Slow-Long-Distance-Training und anschließend einem Trainingsprogramm nach der Intervallmethode, konnten aber keine weiteren Veränderungen der Herzfrequenz durch das Intervalltraining feststellen.

2.4 Möglichkeiten der Beurteilung von Trainingserfolgen

Für Reiter und Pferdebesitzer ist die einfachste und wichtigste Möglichkeit zur Beurteilung von Trainingserfolgen der Erfolg im Wettkampf. Da in der Vielseitigkeit jedoch drei Disziplinen absolviert werden müssen, um im Gesamtklassement gut abzuschneiden, eignet sich die Platzierungshäufigkeit zur Beurteilung einer erfolgreichen Konditionierung nicht. Aussagekräftiger hierfür wäre die Auswertung lediglich der Leistung in der Geländeprüfung, wobei auch hier konditionsunabhängige Geschehnisse, die ein schlechtes Abschneiden verursachen können, wie z.B. Verweigerungen vor Hindernissen oder „Trainingswettkämpfe“ (s. 2.3.3), berücksichtigt werden müssten. Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen bildet die Grundlage für die Beurteilung der Wirksamkeit des Trainings sowie die Trainingssteuerung die systematische Zusammenstellung und Ordnung der wesentlichen Daten und Merkmale des tatsächlich absolvierten Trainings, wobei möglichst jede einzelne Trainingseinheit zu dokumentieren ist. Neben dem jeweiligen Trainingsinhalt sind auch Umfang, Dauer und Intensität zu berücksichtigen. Angaben zu möglichen Intervallgestaltungen, eventuellen Höhenunterschieden oder

erhobenen Leistungsparametern (z.B. Puls, Atmung, Laktat) ermöglichen eine detailliertere Auswertung. Die Trainingsdokumentation ist die Grundlage für alle nachfolgenden Schritte zur Auswertung des absolvierten Trainings (SCHNABEL et al. 2003) und die einzige Möglichkeit, in Verbindung mit Leistungskontrollen in regelmäßigen Abständen Beschreibungen von Entwicklungsverläufen einerseits der individuellen Parameter eines Athleten und andererseits zum Aufbau des Trainingssystems als Ganzes zu gewinnen.

Um Leistungskontrollen durchzuführen, sind Herzfrequenz und Blutlaktatkonzentration anerkannte, aber indirekte Indikatoren, die meist bei standardisierten Belastungstests erhoben werden, um die Leistungsfähigkeit eines Pferdes zu beurteilen (ENGELHARDT VON, 2000). Dabei geben wiederholte Messungen den besten Überblick über mögliche konditionelle Veränderungen infolge eines absolvierten Trainings. Während LEWING (2001) der Blutlaktatmessung bei bereits trainierten Pferden den Vorzug gab, um Trainingseffekte zu beurteilen, erachtet DYSON (1994) die Herzfrequenzmessung als geeignet, unabhängig davon, ob sie mittels Stethoskop oder Elektroden durchgeführt wird. EVANS (1994) sieht in der Herzfrequenz ein Kriterium der Beurteilung der Ausdauer und des Vergleichs von Leistungszuständen einzelner Pferde.

Eine Beurteilung von Trainingsfortschritten anhand der Herzfrequenz im Rahmen von Feldtests wurde bislang dadurch erschwert, dass für Vielseitigkeitspferde keine genauen Angaben über die gerittenen Geschwindigkeiten und somit über die Belastungsintensität erhoben werden konnten. Auch für Rundkurse oder festgeschriebene Streckenverläufe konnte lediglich eine durchschnittliche Geschwindigkeit ermittelt werden. Dies änderte sich mit dem Einsatz des Global Positioning Systems, das erstmals im Rahmen der Studie von HEBENBROCK (2006) zur Beurteilung der Konditionierung von Vielseitigkeitspferden eingesetzt wurde.

2.4.1 Der Einsatz des Global Positioning Systems

Dank der Freigabe des Global Positioning Systems für die kostenlose zivile Nutzung 1993 ist es heutzutage routinemäßig möglich, mit relativ geringem Aufwand kontinuierliche Herzfrequenzaufzeichnungen von Hochleistungspferden zu erhalten, ohne diese dabei in ihrer Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit einzuschränken. Zusätzlich zu den Herzfrequenzaufzeichnungen (s. 3.2.2.2) erfolgt beim Einsatz des Global Positioning Systems (GPS) eine sekundengenaue Geschwindigkeitsaufzeichnung, die es ermöglicht, gleichzeitig gemessene Herzfrequenzen und Geschwindigkeiten in Beziehung zu setzen (s. 3.2.2.1). So stellt das GPS in Kombination mit der Herzfrequenzmessung ein im Feld einfach einzusetzendes Instrument des Leistungsmonitorings dar, mit dessen Hilfe sowohl Belastungen auf Teilstrecken quantifiziert als auch detaillierte Informationen über Trainingsinhalte aufgezeichnet werden können (HEBENBROCK, 2006).

Ursprünglich wurde das Global Positioning System (GPS) 1973 von der US Air Force und der US Navy für militärische Zwecke entwickelt und erst 1993 für die weltweite zivile kostenlose Nutzung freigegeben (KUPZOG, 1999). Zu wissenschaftlichen Zwecken war der Gebrauch bis Mai 2000 jedoch stark eingeschränkt, da die Genauigkeit selbst hochwertiger Geräte durch die sogenannte „Selective availability“ verändert wurde, um einem Missbrauch des Systems vorzubeugen. Bei der „Selective availability“ handelt es sich um eine Systemsicherungsmaßnahme des amerikanischen GPS, die zu einer künstlichen Verschlechterung der Satellitenbahndaten und einer Destabilisierung der Uhrsignale führte. Dadurch waren mit einem Einzelempfänger nur Genauigkeiten im 100 m-Bereich erreichbar. Diese wurde am 2. Mai 2000 abgeschaltet, wodurch sich die Genauigkeit der GPS-Positionierung enorm gesteigert hat und heute standardmäßig bei wenigen Metern liegt. Mittlerweile sind Geräte auf dem Markt erhältlich, die eine Genauigkeit von weniger als 5 m Radius erzielen können (KUPZOG, 1999). Bestenfalls ist sogar von einer Positionsgenauigkeit von 1,8 m auszugehen (FRANKE, 1999). HEBENBROCK (2006) verglich in ihrer Studie die GPS-ermittelten Distanzen und Geschwindigkeiten mit mittels geeichtem Messrad gemessenen Distanzen und mittels zwei Stoppuhren errechneten Geschwindigkeiten in einem Versuch mit fünf Wiederholungen, was zu einer Aufzeichnungsgenauigkeit mit mittleren Abweichungen <2% für die

Geschwindigkeit und $<1\%$ für die Distanz führte. Während die Aufzeichnungsgenauigkeit von Bewölkung und Niederschlägen nicht beeinträchtigt wird und auch die Geschwindigkeit eine untergeordnete Rolle spielt, können dichte Wälder, die die „freie Sicht“ zu den Satelliten unterbrechen, zu erheblichen Genauigkeitseinbußen führen. So ergab eine Studie von PHILLIPS et al. (1998), dass in einem Laubwald der gemäßigten Zone in 97% der Versuche ausreichend Satellitendaten empfangen werden konnten, um eine Positionsbestimmung durchzuführen, während dies in tropischen Wäldern auf Grund des dichten Blattwerkes nur in 34% der Fälle gelang.

Um Positionsbestimmungen mit ausreichender Genauigkeit überhaupt erreichen zu können, ist ein Netzwerk nötig, das sich über den gesamten Globus erstreckt und aus drei Segmenten zusammengesetzt ist. Das Weltraumsegment wird von im interplanetaren Raum in etwa 20200 km über der Erdoberfläche kreisenden Satelliten gebildet, deren Position die Grundlage für die Geschwindigkeitsberechnung bildet. Durch Speicherung der Längen- und Breitengrade im Benutzersegment (GPS) und anschließendes Einlesen der Daten in eine speziell hierfür entwickelte Software (Nav Manager 2.4 EP, s. 3.2.2.4) können gerittene Geschwindigkeiten und zurückgelegte Distanzen mit guten Aufzeichnungsgenauigkeiten errechnet werden (HEBENBROCK, 2006). Insgesamt umfasst das Weltraumsegment derzeit 27 Satelliten, die über zwei Trägerfrequenzen (für die zivile bzw. die militärische Nutzung) Datensignale im Mikrowellenbereich an die Benutzersegmente senden. Durch insgesamt drei Rubidium-Atomuhren an Bord jedes Satelliten erreichen diese eine Ganggenauigkeit von etwa einer Sekunde in einer Million Jahren. Dies ist für das Funktionieren des Systems absolut notwendig, da das Benutzersegment die Zeit, zu der das Signal vom Satelliten ausgesandt wurde, mit der Zeit, zu der das Signal empfangen wurde, vergleicht, um aus dieser Zeitdifferenz die Entfernung des Satelliten zu berechnen. Durch den gleichzeitigen Datenempfang von mehreren Satelliten kann das Benutzersegment die eigene Position durch Trilateration (Entfernungsmessungen von drei Punkten aus) bestimmen. Da der GPS-Empfänger keine eingebaute Atomuhr besitzt, wird ein Uhrenabgleich mit den Atomuhren des Weltraumsegments nötig, da ein Uhrenfehler von 1/100 Sekunde zu einer Fehlbestimmung der Position um ca. 3000 km führen würde. Der Uhrenabgleich kann durchgeführt werden, wenn mindestens vier

Satelliten zur Verfügung stehen, da dann eine Überschneidung der gesendeten Daten nur bei einer ganz bestimmten Uhrzeit des Empfängersegmentes möglich wird.

Um die Genauigkeit der gesendeten Satellitendaten gewährleisten und Fehlfunktionen schnell erkennen zu können, bildet ein Netz aus Bodenstationen das Kontrollsegment. Hier werden rund um die Uhr Satellitendaten empfangen, was zu einer genauen Überwachung der Umlaufbahnen und somit zu einer etwas verbesserten Positionsgenauigkeit für den Endnutzer führt, da die Bodenstationen ihre Daten ein- bis zweimal am Tag an die Satelliten zurücksenden, so dass diese ihre Positionsdaten gegebenenfalls korrigieren können.

Hinsichtlich der Erfassung der Höhenmeter mittels GPS wurden durch den Vergleich mit verfügbarem Kartenmaterial jedoch einige Ungenauigkeiten nachgewiesen (LIEBETRAU, 2004), so dass in der hier vorliegenden Studie eigenen Vermessungen und einer manuellen Auswertung der absolvierten Höhenmeter den Vorzug gegeben wird.

Die Aufzeichnungsgenauigkeit bezüglich Geschwindigkeit, Distanz und Herzfrequenz wurde von LIEBETRAU (2004) und HEBENBOCK (2005) sowohl im Wettkampf als auch im Training von Hochleistungsvielseitigkeitspferden als hoch eingestuft, so dass das von HEBENBOCK (2006) eingesetzte GPS-Gerät, das auch in der eigenen Studie zum Einsatz kam, als geeignet angesehen werden kann zur Datenerhebung von Geschwindigkeiten, Distanzen und Herzfrequenzen in allen drei Grundgangarten.

2.4.2 Forschungsarbeiten zum Thema Leistungsphysiologie bei Sportpferden

Für Vielseitigkeitspferde gibt es viele Trainingsempfehlungen, die auf empirischen Erfahrungen beruhen und von erfolgreichen Reitern weitergegeben werden (LENG, 1992; DIBOWSKI, 2003 u.a.). Wissenschaftliche Untersuchungen zur Leistungsphysiologie sind hingegen noch rar. Um einen Überblick über den derzeitigen

wissenschaftlichen Informationsstand zu erhalten, werden im Folgenden einige beispielhafte Forschungsarbeiten mit Sportpferden beleuchtet. Hierbei wurden vor allem die Arbeiten berücksichtigt, die Erkenntnisse über Trainingsanpassungen der Herzfrequenz geliefert haben.

2.4.2.1 Internationale Forschungsarbeiten

SKARDA et al. untersuchten 1976 fünf gesunde, ausgewachsene, bereits trainierte Traber, die vor Studienbeginn eine viermonatige Trainingspause erhielten und dann über drei Wochen jeweils sechs Tage pro Woche einer leichten Arbeit unterzogen (350 m/min über 4,8 – 6,4 km) wurden. In den anschließenden sechs Wochen wurde die leichte Arbeit auf vier Tage pro Woche reduziert, während an den beiden anderen Tagen jeweils zweimal 1,8 km mit einem Tempo von 565 m/min und einer dazwischenliegenden Pause von 60 Minuten absolviert wurden. Zu Beginn der Studie und nach 14, 20, 35 und 42 Tagen wurden vor und jeweils 10, 15, 20, 25 und 30 Minuten nach dem 1,8-km-langen Galoppintervall, das in 3:12 Minuten \pm 2 Sekunden zu absolvieren war, Herzfrequenzparameter erhoben. Die Autoren konnten jedoch weder in Ruhe noch nach Belastung signifikante Veränderungen der Herzfrequenz, des PQ-Intervalls, der QRS-Dauer, des QT-Intervalls oder des Verhältnisses der Dauer der Systole zur Diastole feststellen. Somit kamen diese Autoren zu dem Schluss, dass die Messung der Herzfrequenz mittels Elektrokardiogramm im Ruhezustand und während der Erholung nach einer Belastung nicht geeignet ist, um einen Trainingseffekt bei trainierten erwachsenen Pferden zu beurteilen.

BAYLY et al. (1983) untersuchten in ihrer Studie sieben gesunde und bereits trainierte, erwachsene Traber 78 Tage auf einem Laufband. Hierzu bildeten sie zwei Trainingsgruppen mit drei bzw. vier Pferden, die einem unterschiedlichen Trainingsprogramm unterzogen wurden. Die Trainingsprogramme unterschieden sich in den geforderten Geschwindigkeiten, die zwischen 45 m/min und 154 m/min lagen, beliefen sich aber für beide Trainingsgruppen auf eine ähnliche Gesamtdauer und wurden stets mit einer Steigung von 11% absolviert. Festgestellt werden sollten die Auswirkungen auf die Herzfrequenz, das Herzminutenvolumen, das Schlagvolumen,

die arteriovenöse Sauerstoffdifferenz, den Blutdruck und das Blutlaktat. Die Messungen wurden in Ruhe, während des Trainings auf dem Laufband bei Geschwindigkeiten von 55 m/min, 75 m/min, 100 m/min und 154 m/min sowie fünf Minuten nach Beendigung des standardisierten Laufbandtrainings durchgeführt. Die Herzfrequenz und das Herzminutenvolumen sanken im Verlauf der Studie. Deutlich langsamere Herzfrequenzen wurden bei 55 m/min am achten Tag, bei 100 m/min und 154 m/min am 36. Tag, 1 Minute nach der Trainingsende am 57. Tag und fünf Minuten nach Trainingsende am 78. Tag beobachtet ($p < 0,05$). Das Schlagvolumen vergrößerte sich im Verlauf der Studie, allerdings nicht signifikant. Die arteriovenöse Sauerstoffdifferenz ist hingegen im Verlauf der Studie deutlich gestiegen ($p < 0,05$), wobei kein direkter Zusammenhang zwischen der Trainingsintensität und der Zunahme der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz feststellbar war. Der mittlere systemische Blutdruck blieb bis zu einer Geschwindigkeit von 100 m/min unabhängig von der Laufbandgeschwindigkeit konstant und stieg bei Geschwindigkeiten von 154 m/min an, wobei keine signifikanten Unterschiede nachweisbar waren. Während der Trainingseinheit sank der periphere Widerstand auf weniger als 30% seines Ruhewertes. Nach der Trainingseinheit waren der diastolische und der mittlere arterielle Blutdruck und der periphere Widerstand erhöht. Deutliche Zunahmen des Blutvolumens und der Blutviskosität während der Trainingseinheit wurden in engem Zusammenhang mit dem Rückgang des peripheren Widerstandes gesehen. Es konnte im Verlauf der Studie kein signifikanter Einfluss der vorgenommenen Trainingsperiode auf den Blutdruck festgestellt werden.

THOMAS et al. untersuchten 1983 die Effekte von Training auf die kardiovaskulären Funktionen beim Pferd im Rahmen einer zehnwöchigen Laufbandstudie. Hierbei kamen sechs Morgan- und sieben Vollblutstuten mit einem Alter von sechs bis acht Jahren zum Einsatz, die bei einer konstanten Geschwindigkeit von 150 m/min mit steigender Dauer trainiert wurden. Die kardiovaskulären Parameter wurden in Ruhe und in fünf verschiedenen Belastungsstufen ermittelt. Hierbei zeigte sich eine signifikante Reduktion der Herzfrequenz und der respiratorischen Austauschrate ($p < 0,05$). Somit zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass die durch Training erreichbaren Veränderungen im kardiovaskulären System des Pferdes generell den bereits wissenschaftlich nachgewiesenen Reaktionen anderer Spezies sehr ähnlich sind. Des Weiteren konnte eine ausbildungsinduzierte Zunahme des venösen

Drucks durch körperliche Belastung durch Messung des Druckanstiegs im rechten Vorhof ermittelt werden.

Im Gegensatz hierzu konnten EVANS und ROSE (1988) bei ihrer Studie mit sechs Vollblut-Rennpferden keine Adaptation der Herzfrequenz feststellen. EVANS und ROSE untersuchten kardiovaskuläre Parameter vor, während und nach einem siebenwöchigen Laufbandtraining und stellten vom Beginn zum Ende der Studie einen Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Geschwindigkeit, bei der diese maximale Sauerstoffaufnahme erreicht wurde, fest. Ebenso kam es zu einem Anstieg des maximalen kardialen Auswurfs und des Schlagvolumens, nicht aber zu einer Veränderung der Herzfrequenz. Die arteriovenöse Differenz des Sauerstoffs nahm im Studienverlauf ab, der venöse Sauerstoffgehalt während der maximalen Sauerstoffaufnahme zu. Insgesamt kamen die Autoren zu dem Schluss, dass der Anstieg der Sauerstoffaufnahme primär durch die Verbesserung der Herzleistung bedingt ist.

Eine weitere Studie über Trainingsadaptationen stammt von FOREMAN et al. (1990), die zehn gesunde, männliche Vollblüter mit vorangehenden Rennerfahrungen über vierzehn Wochen beprobten. Die Pferde wurden über neun Wochen einem Trainingsprogramm unterzogen, das in den Vereinigten Staaten üblich war. Während der ersten beiden Wochen wurden die Pferde einer Trabarbeit über 2400 – 4000 m mit einer Geschwindigkeit von 250 m/min unterzogen. In den folgenden vier Wochen wurde die Trabarbeit durch 1200 – 1600 m Galopparbeit bei 390 bis 450 m/min ergänzt. In den letzten drei Wochen wurden an vier Tagen jeweils 1600 m bei 250 m/min absolviert und an drei dieser Tage zusätzlich 3200 m bei 440 – 480 m/min. Am vierten Tag wurde diese Galoppeinheit durch intermittierende Sprints mit Distanzen zwischen 600 und 1000 m bei Geschwindigkeiten von 900 – 950 m/min ersetzt. Anschließend erhielten die Pferde eine fünfwöchige Weidepause. Vor und nach der neunwöchigen Trainingsperiode sowie im Anschluss an die fünfwöchige Trainingspause wurden die Pferde einem Standardbelastungstest unterzogen (800 m bei einer Geschwindigkeit von 800 m/min). Während des Belastungstests und 60 Minuten nach Beendigung der Belastung wurde die Herzfrequenz gemessen. Des Weiteren wurde täglich die Ruheherzfrequenz ermittelt. Eine signifikante Verringerung der Herzfrequenz nach neun Wochen

Training konnte 0,5 bis fünf Minuten nach Ende der Belastung festgestellt werden ($p < 0,05$ bis $p < 0,01$). Ein Anstieg der Herzfrequenz war im Anschluss an die fünfwöchige Trainingspause 40 und 60 Minuten nach Ende der Belastung feststellbar ($p < 0,05$ bis $p < 0,01$).

Eine weitere Studie an Vollblütern stammt von HARKINS et al. (1990), die acht erfahrene Rennpferde über 7,5 Monate beprobten. Die Probanden wurden zu Studienbeginn in zwei Gruppen von je vier Pferden eingeteilt. Eine Gruppe wurde einem Intervalltraining unterzogen, während die andere Gruppe konventionell trainiert wurde. Die Intervallgruppe absolvierte in der ersten Phase ein Slow-Long-Distance Training, dem in der zweiten Phase ein zweimal pro Woche stattfindendes Intervalltraining folgte, das in der dritten Phase noch weiter gesteigert wurde. Die konventionell trainierte Gruppe wurde hingegen nur alle sieben bis zehn Tage einer kurzen stärkeren Belastung unterzogen. Die maximalen Herzfrequenzen, die Wiederberuhigung der Herzfrequenz, die maximalen Laktatwerte, die Plasma-Laktat-Clearance-Raten und die Laufzeiten wurden verwendet, um Unterschiede in den Trainingsmethoden zu überprüfen. Während die maximalen Herzfrequenzen, die Wiederberuhigung der Herzfrequenz und die Laufzeiten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten, stellten HARKINS et al. (1990) eine höhere Laktatproduktion und eine erhöhte Plasma-Laktat-Clearance bei der Intervalltrainingsgruppe fest, was für eine verbesserte anaerobe Leistungsfähigkeit spricht.

Mittels einer Studie von GOTTLIEB-VEDI et al. (1995) sollte herausgefunden werden, ob ein Training mit kurzen Intervallen bei einem Laktatspiegel von 4 mmol/l ausreichend ist, um Trainingsadaptationen und eine verbesserte Belastungstoleranz zu erzielen. Hierzu wurden fünf Traberstuten mit einem Alter von vier bis acht Jahren über zwölf Wochen hinweg dreimal pro Woche einem Intervalltraining auf dem Laufband unterzogen. Anschließend fand eine vierwöchige Trainingspause statt. Vor, während und nach den Trainingseinheiten wurden standardisierte Untersuchungen durchgeführt, die eine signifikante Abnahme der Herzfrequenz nach vier Wochen Training zeigten ($p < 0,05$). Ebenso wurde ein Anstieg der Geschwindigkeit festgestellt, bei der eine Herzfrequenz von 200 Schlägen/min erreicht wurde. Die Geschwindigkeit, bei der sich ein Laktatspiegel von 4 mmol/l

einstellte, stieg nach zwei Wochen an und blieb dann für den Rest der Untersuchungen auf einem erhöhten Niveau, lieferte aber keine signifikanten Veränderungen. Der Sauerstoffverbrauch nahm während des Trainings zu und in der Trainingspause wieder ab. Ein signifikanter Abfall der Messwerte ($p < 0,05$) war für den respiratorischen Quotienten bei einer Geschwindigkeit von 8 m/s zu verzeichnen, während die gewonnenen Muskelbiopsien keine Veränderungen der muskelhisto- oder biochemischen Parameter lieferten. Die vierwöchige Trainingspause führte zu keiner signifikanten Veränderung der untersuchten Parameter. Zusammenfassend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass das Training bei einem Laktatspiegel von 4 mmol/l auch beim Pferd ausreichend ist, um eine verbesserte Belastungstoleranz zu erreichen.

SERRANO et al. (2002) untersuchten Herzfrequenzen und Laktatwerte bei Pferden in der Vorbereitung auf Vielseitigkeitsprüfungen mit der Hypothese, dass ein Vielseitigkeitspferd im Training niemals an die maximale Anforderungen schwerer Prüfungen herangeführt würde. Für die Untersuchung wurden dreizehn Vielseitigkeitspferde während der Vorbereitung und der Teilnahme an internationalen Vielseitigkeiten begleitet. Das Ergebnis der Studie war, dass die mittleren Herzfrequenzen und Laktatwerte in den beprobten Galopptrainingseinheiten mit einer Herzfrequenz von 138 Schläge/min \pm 17 und einem Laktatwert direkt nach Beendigung des Galoppbelastungstrainings von 1,0 mmol/l \pm 0,6 signifikant niedriger waren als die Prüfungswerte in einem CCI*** (Herzfrequenz 195 Schläge/min \pm 8, Laktat 10,2 mmol/l \pm 4,2). Lediglich ein Pferd, das am Berg mit etwa 10% Steigung trainiert wurde, erreichte vergleichbare Trainings- und Turnierwerte. Daher schlussfolgern SERRANO et al. (2002), dass die meisten Vielseitigkeitspferde nicht den Prüfungsanforderungen angemessen trainiert wurden.

Eine weitere Feldstudie stammt von VERMEULEN und EVANS (2006), die als eine der ersten ein Global Positioning System für ihre Studie an Vollblütern einsetzten. Somit konnten die Messungen der Herzfrequenz mit der jeweils gerittenen Geschwindigkeit in Beziehung gesetzt werden. Das Ziel der Studie war zu prüfen, ob diese Methode geeignet sei, um die Fitness eines Pferdes in einem Feldtest ohne die Durchführung wiederholter standardisierter Tests auf dem Laufband beurteilen zu können. Hierzu wurden zwölf drei- bis fünfjährige Vollblüter als Kontrollgruppe und

zwölf zweijährige Vollblüter für die Untersuchung des Trainingseffektes im Feldtest über sechs Wochen trainiert. Mittels GPS und Herzfrequenzelektroden wurde der Mittelwert über jeweils fünf Sekunden sowohl der Geschwindigkeit als auch der Herzfrequenz während eines Galopptrainings ermittelt, wobei keine standardisierten Trainingsprotokolle verwendet wurden. Der Trainingseffekt wurde durch Fitnesstests in der zweiten und sechsten Trainingswoche überprüft. VERMEULEN und EVANS stellten fest, dass die Geschwindigkeit bei Erreichen einer Herzfrequenz von 200 Schlägen/min und bei Erreichen der Maximalherzfrequenz sowie die Maximalherzfrequenz zuverlässig im Feldtest ermittelt werden konnten mit Abweichungen zur Kontrollgruppe von maximal 2% oder weniger. Im Verlauf der Studie konnten signifikante Veränderungen der Geschwindigkeit bei Erreichen einer Herzfrequenz von 200 Schlägen/min und bei Erreichen der Maximalherzfrequenz nachgewiesen werden ($p < 0,01$), während die Maximalherzfrequenz unverändert blieb. Somit bietet dieser Testaufbau eine einfache, nicht invasive Methode für die Überwachung von Trainingsadaptationen im Feld.

Eine weitere Studie aus dem Jahr 2006 stammt von KINGSTON et al., die ebenfalls mit Hilfe einer Kombination von GPS und Herzfrequenzelektroden die Ausbildungsintensität von Galopprennpferden quantifizieren und die so gewonnenen Messungen mit den gestoppten Zeiten und den Aufzeichnungen über die Trainingsintensität der Trainer verglichen. Insgesamt wurden neunzehn dreijährige Rennpferde während eines viermonatigen Ausbildungs- und Trainingsprogramms begleitet und täglich GPS- und Herzfrequenzmessungen durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass die Herzfrequenz bei gleichem Training individuelle Unterschiede aufwies. Die GPS-ermittelte durchschnittliche Geschwindigkeit und die rechnerisch ermittelte Geschwindigkeit nach den Aufzeichnungen des Trainers stimmten überein, wobei die GPS-ermittelten Geschwindigkeitsmaxima jedoch deutlich über den Schätzungen des Trainers lagen ($p < 0,05$). Im Verlauf der Studie kam es zu einem deutlichen Anstieg der durchschnittlich erreichten Geschwindigkeiten. Auch KINGSTON et al. kamen zu dem Schluss, dass der Einsatz des GPS in Kombination mit Herzfrequenzelektroden zuverlässige Messungen der täglichen Arbeitsbelastung eines Pferdes im Training zulässt. Somit werde es möglich, bessere Einblicke in die verschiedenen Trainingssysteme zu erhalten und so vielleicht zu Verletzungen führende Überbelastungen rechtzeitig zu erkennen.

2.4.2.2 Forschungsarbeiten der eigenen Arbeitsgruppe

Die hier vorgelegte Studie ist in Zusammenarbeit mit der Klinik für Pferde - Innere Medizin - der Justus-Liebig-Universität Gießen, der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN) und des Olympiastützpunktes Warendorf (OSP) entstanden. Dieser Arbeit vorangegangen sind bereits Untersuchungen über die Leistungsphysiologie von Sportpferden, die in Zusammenarbeit von FN und OSP mit der Tierärztlichen Hochschule Hannover und dem Institut für Tierzucht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Mariensee erstellt wurden. Ziel dieser Arbeiten war es, Erkenntnisse über die derzeitigen Trainingsmethoden und aktuellen Trainingsmöglichkeiten von Sport- und insbesondere Vielseitigkeitspferden zu erlangen, um Empfehlungen für einen sinnvoll strukturierten, effektiven und zugleich pferdeschonenden Trainingsaufbau geben zu können.

So verglich DAHLKAMP 2003 zwei Trainingsmethoden für sechsjährige Vielseitigkeitspferde unter besonderer Berücksichtigung von Bergtraining. Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen zweier Trainingsmodelle auf die Belastungsfähigkeit und Leistungsentwicklung von Pferden im Vielseitigkeitssport festzuhalten und die Bedeutung von Bergtraining für ein Konditionstrainingsprogramm zu untersuchen. Zwei Versuchsgruppen wurden hierzu annähernd identisch intensiv trainiert. Der einzige Unterschied im Trainingsplan bestand im Bergtraining für die Berggruppe ($n = 6$), das jedoch lediglich in den letzten beiden von drei Trainingsabschnitten (jeweils über sechs Wochen) stattfand. Anstelle des Bergtrainings absolvierte die Vergleichsgruppe ($n = 6$) ein Training in der Ebene. Am Ende sah das Trainingsmodell für die Bergpferde einen signifikant höheren Gesamtumfang vor, der zum Großteil aus langen Schrittphasen während der Bergtrainingseinheiten bestand. Die Vergleichsgruppe absolvierte zwar weniger Gesamtumfang, wurde aber signifikant mehr getrabt und galoppiert. Mit diesem Versuchsaufbau kam DAHLKAMP (2003) anhand gemessener Herzfrequenzen zu dem Schluss, dass sich anstelle von Galopptrainingseinheiten auch durch Bergtrainingseinheiten mit geringerer Geschwindigkeit eine ausreichende Intensitätssteigerung erreichen lässt, um das Herz-Kreislaufsystem zu trainieren.

Im folgenden Jahr befasste sich MICHEL (2004) mit den Veränderungen der Herzfrequenz unter definierter Steigungsbelastung auf dem Laufband im Schritt während der sogenannten „Winterarbeit“ von Vielseitigkeitspferden. Die „Winterarbeit“ bezeichnet eine Reduktion des Trainings vor allem dahingehend, dass keine Galopptrainings absolviert werden. MICHEL (2006) teilte zwei Versuchsgruppen (jeweils $n = 5$) ein, die im gleichen Umfang dreimal wöchentlich im Schritt und zusätzlich in den technischen Disziplinen (Dressur-, Spring- und Geländetraining) trainiert wurden. Der Unterschied der beiden Gruppen bestand darin, dass die Steigungsgruppe einen im Verlauf des Versuchs zunehmenden Anteil des Schrittttrainings auf dem Laufband bei 10% Steigung absolvierte. Dies reichte jedoch nicht aus, um ausreichend deutliche Veränderungen der Herzfrequenzen zwischen den Versuchsgruppen zu erzielen. In einer zweiten Phase sollte Intervalltraining als Trainingsmethode für ein konditionelles Aufbautraining für Vielseitigkeitspferde beurteilt werden. Auch hierzu wurden zwei Trainingsgruppen (jeweils $n = 5$) gebildet. Während die Kontrollgruppe ausschließlich in den technischen Disziplinen (Dressur, Springen, Gelände) gearbeitet wurde, wurde das Techniktraining bei der Intervalltrainingsgruppe zweimal pro Woche durch Galopptrainings ersetzt. Hierbei wurden drei bis vier Galoppintervalle mit Geschwindigkeiten zwischen 400 und 500 m/min absolviert. Allerdings konnten auch bei diesem Versuchsaufbau keine signifikanten Veränderungen der Herzfrequenzen zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Ebenfalls mit dem Wintertraining von Vielseitigkeitspferden befasste sich WITT (2004) und untersuchte den Einfluss von Steigungstraining auf dem Laufband und unterschiedlichem Aufbautraining auf den Konditionserhalt bei Vielseitigkeitspferden (jeweils $n = 5$). Dabei sollte geprüft werden, ob sich zwei unterschiedliche Trainingskonzepte hinsichtlich ihrer Fähigkeit unterscheiden, eine zuvor durch ein intensives Rennbahntraining erlangte hohe Grundkondition aufrechterhalten zu können. Während sich das eine Konzept inhaltlich an praxisüblicher Winterarbeit (Dressur, Springen, Leichte Arbeit) orientierte, arbeitete das andere mit einem 10%igen Steigungstraining im Schritt auf dem Laufband. WITT (2004) überprüfte den Konditionserhalt anhand von Stufenbelastungstests unter gleichzeitiger Blutlaktat- und Blutglukoseanalytik und stellte fest, dass beide Konzepte den Status einer relativ hohen Grundkondition erhalten.

Eine erste Studie zum Leistungsmonitoring von tatsächlich im internationalen Sport eingesetzten Pferden verfasste JAEK 2004. Hierzu wurde eine relativ einheitliche Gruppe von 37 Hochleistungspferden im Vielseitigkeitssport erstmalig über eine ganze Saison im Wettkampf und im individuellen Training begleitet. Anhand des Laktats sollte die Belastung in den Prüfungen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades (s. 2.2.1) sowie bei unterschiedlicher Trainingsgestaltung beschrieben werden. Daraus erhoffte man sich, eine optimierte Trainingsgestaltung in Vorbereitung auf einen Wettkampf auf schwerem Niveau zu finden und auf der Basis der erhobenen Parameter die Kaderathleten und ihre Pferde im folgenden Jahr trainingssteuernd begleiten zu können. Die Untersuchungen zeigten einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der mittleren Maximallaktatwerte zwischen den L-Vielseitigkeiten (9,88 mmol/l) und den CIC^{***} Prüfungen (14,82 mmol/l). Zwischen den Vielseitigkeiten der Klasse L und CIC^{**} bzw. zwischen CIC^{**} und CIC^{***} ergab sich jedoch kein signifikanter Unterschied, die Ergebnisse der CIC^{**} und ^{***} Prüfungen waren nahezu identisch. Ebenso hatte das Alter und die Erfahrung der Pferde keinen signifikanten Einfluss auf die Blutlaktatkonzentration. Beim Vergleich der mittleren Blutlaktatwerte im Wettkampf und Training zeigte sich, dass die Trainingsbelastung nicht nur unterhalb der Wettkampfbelastung eines CCI^{***}, sondern auch unterhalb der Belastung einer L-Vielseitigkeit angesiedelt war.

Eine weitere 2004 verfasste Arbeit stammt von DOBBERSTEIN zu dem Thema: „Intervalltraining und Einfluss verschiedener Steigungsabfolgen bei Vielseitigkeitspferden: Blutlaktatwerte und Herzfrequenzen“. In dieser Studie wurde ein wettkampforientiertes Ausdauerkonditionstraining nach der Intervallmethode untersucht. DOBBERSTEIN (2004) konnte anhand von Laktatwerten jedoch nicht nachweisen, dass ein zusätzliches Absolvieren von Hindernissen während des Intervalltrainings (n = 4) die Ausdauerkondition günstiger beeinflusst als konventionelles Intervalltraining (n = 5). Im zweiten Teil dieser Arbeit wurde der Einfluss verschiedener Steigungswinkel in vier neunzehnminütigen Steigungsbelastungstests auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband an vier aufeinander folgenden Tagen auf die Laktatkonzentration im Blut von acht Pferden untersucht. Hierzu wurde die Steigung so variiert, dass die Pferde im Mittelstück des Steigungsbelastungstests je eine Minute mit 0%iger, 5%iger und 10%iger Steigung in unterschiedlicher Reihenfolge absolvieren mussten. Bei Beendigung des Belastungstests mit einer

10%igen Steigung wiesen die Pferde konsistent höhere Laktatwerte auf als nach Ende des Tests mit 0%iger oder 5%iger Steigung, was teilweise auch statistisch abgesichert werden konnte. Die Herzfrequenz hingegen reagierte sehr individuell. In 62,5% der Fälle konnte nicht von der Herzfrequenzkurve auf das Steigungsprotokoll geschlossen werden. Dennoch wurde die Herzfrequenz teilweise signifikant von der vorangegangenen Steigung beeinflusst.

Im Jahr 2006 wurde von HARBIG eine weitere Studie durchgeführt, die sich mit dem Leistungsmonitoring von Hochleistungsvielseitigkeitspferden im Wettkampf und Training befasste (n = 31). Im Rahmen dieser Studie wurden Herzfrequenzen einer in der Zusammensetzung weitgehend gleichen Gruppe von Hochleistungspferden während einer gesamten Saison im Training sowie in Prüfungen verschiedener Schwierigkeitsgrade (Vielseitigkeit Klasse L, CIC*, CIC**, CIC***, CCI***, s. 2.2.1) aufgezeichnet, um diese zu dokumentieren. Diese empirischen Untersuchungen zur Herzfrequenz von Hochleistungsvielseitigkeitspferden über einen Zeitraum von acht Monaten zeigten wie bei JAEK (2004), dass eine erhebliche Diskrepanz zwischen der Belastung im Training und in den Prüfungen besteht.

KORTE befasste sich im gleichen Jahr (2006) mit der Leistungsbewertung bei Pferden mit definierten Trainingsprogrammen und bei Pferden mit nicht überwachtem Training. Sie legte ihrer Studie einen überwachten und systematisch erstellten Trainingsplan zugrunde, der sich in Umfang und Intensität als geeignet erwies, Pferde hinreichend auf die in einer langen Vielseitigkeitsprüfung der Klasse A (A = Anfänger) gestellten Anforderungen vorzubereiten. Kernpunkt des Trainingsplanes war ein Ausdauertraining mit nachfolgendem Schnelligkeitstraining. Die getesteten Forschungspferde (n = 5) entsprachen hinsichtlich der gemessenen Blutlaktat- und Herzfrequenzwerte den externen Pferden. Bei den externen Pferden (n = 22) handelte es sich um Vielseitigkeitspferde aus dem ländlichen bis internationalen Vielseitigkeitssport, die an zwei beprobten Testveranstaltungen in Warendorf gemeinsam mit den Versuchspferden teilnahmen. Die externen Pferde wurden entsprechend ihrer Turniererfahrungen in zwei Gruppen eingeteilt (Pferde mit Erfahrungen in der Klasse A und Pferde mit Erfahrungen in der Klasse L und höher, s. 2.2.1).

HEBENBROCK (2006) setzte erstmals das Global Positioning System (GPS) zum Monitoring von Hochleistungsvielseitigkeitspferden im Wettkampf und Training ein. Sie erhob während einer Saison von März bis Oktober Prüfungs- sowie Trainingsdaten bei einer Gruppe von 29 Vielseitigkeitspferden. Zielsetzung ihrer Arbeit war es, durch die erstmals erfassbaren Daten neue Aufschlüsse über Trainings- und Wettkampfbelastungen zu erhalten. Hierbei zeigte sich, dass bei einer Steigerung des Schwierigkeitsgrades von Reitprüfungen im Vielseitigkeitssport von der leichten Klasse über die mittlere bis hin zur schweren Klasse (*, **, *** und **** Kategorie, s. 2.2.1) jeweils signifikante Anstiege der Herzfrequenz zwischen den einzelnen Klassen zu beobachten sind, wobei der größte Unterschied zwischen leichten und schweren Prüfungen liegt. Auch bei der Betrachtung verschiedener Teilstrecken mit einer Steigung von mindestens 2,5 Prozent waren hoch signifikante Unterschiede feststellbar, es ließ sich jedoch entgegen den Studien von DAHLKAMP (2003) und DOBBERSTEIN (2004) keine signifikante Abhängigkeit zwischen der Höhe des Anstiegs der Herzfrequenz und der Höhe der Steigung beobachten. Die Steigungsbelastung auf den Teilstrecken war nicht ausreichend, um einen signifikanten Anstieg des Mittelwertes der Herzfrequenz auf der gesamten Querfeldeinstrecke bewirken zu können. Dies könnte daran liegen, dass sich die Herzfrequenz innerhalb von Sekunden einem Anstieg oder Abfall des Geländes anpasst (DAHLKAMP, 2003) und sich Start und Zieleinlauf meist auf einem ähnlichem Höhenniveau befinden, so dass insgesamt ähnlich viele Anstiege wie Abfälle zu bewältigen sind. Die Auswertung der Trainingsdaten beschränkte sich bei HEBENBROCK (2006) auf eine deskriptive Zusammenfassung der absolvierten Trainingsinhalte. Hierbei fiel auf, dass die Galopptrainings großen individuellen Schwankungen unterlagen.

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Zielsetzung

Ziel dieser Studie war es, durch Training erzielte etwaige Veränderungen der Herzfrequenzen beim Galopptraining zunächst interindividuell und bei Auffälligkeiten anschließend intraindividuell zu vergleichen. Hierdurch sollten Anhaltspunkte über die Auswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem des Pferdes durch verschiedene Trainingsmethoden erhalten werden. Hierzu wurden die jeweiligen Trainingsmethoden detailliert protokolliert und bewertet, um Erkenntnisse zur Gestaltung eines wissenschaftlich fundierten und leistungsphysiologisch sinnvollen Herz-Kreislauf-Trainings für Vielseitigkeitspferde zu gewinnen.

Für diese Studie sollten vierzehn bundesweit im Einsatz befindliche Vielseitigkeitspferde über eine Turniersaison von April bis September im Training begleitet und im vierwöchigen Rhythmus im Rahmen eines Galopptrainings beprobt werden. Durch verschieden geartete Ausfälle (s. 3.2.1) konnten letztlich die Daten von acht kontinuierlich beprobten Pferden ausgewertet werden.

Methodisch stützt sich diese Arbeit auf den Einsatz des Global Positioning Systems (GPS) in Kombination mit einer kontinuierlichen Aufzeichnung der erreichten Herzfrequenzen. Als Auswahlkriterium für die Probanden standen der Leistungsstand der Pferde und Reiter, eine durch den Reiter zuverlässig und möglichst vollständig erfolgende Trainingsdokumentation und eine ausreichende Kooperation im Hinblick auf die Beprobungen der Galopptrainings im Vordergrund.

3.2 Material und Methoden

3.2.1 Pferde und Reiter

Da es sich bei dieser Arbeit um eine prospektive Studie handelt, wurden zunächst Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt, auf deren Grundlage die Pferde und Reiter ausgewählt wurden.

Als Einschlusskriterium galt, dass ausschließlich Vielseitigkeitsreiter aus dem Bundeskader an der Studie teilnehmen sollten, die mit den zu beprobenden Pferden in der laufenden Saison von April bis Oktober 2006 mindestens an Reitprüfungen der mittelschweren (national M- bzw. international ** -Kategorie) und/oder schweren Klasse (national S- bzw. international *** -Kategorie) im Vielseitigkeitssport teilnehmen würden (s. 2.2.1). Dieses Kriterium wurde gewählt, da die Belastung für die Pferde nach den Studien von ARMORY et al. (1993) und JAEK (2004) vom * - Niveau auf ** - oder *** -Niveau deutlich mehr zunimmt als vom ** - zum *** -Niveau und somit eine bessere Vergleichbarkeit unter den zu beprobenden Pferden gegeben war. Ein weiteres Einschlusskriterium sah vor, dass die Pferde zu Beginn der Studie gesund sein mussten, damit sie vom Studienbeginn an für Erhebungen zur Verfügung stehen konnten. Pferderasse, Zuchtgebiet und Alter der Pferde spielte als Einschlusskriterium für diese Studie keine Rolle. Verschiedene Reiter waren bei der Absolvierung derselben Trainingsstrecke zulässig.

Als Ausschlusskriterien wurden ein über die Saison gesehen mindestens vierwöchiger Trainingsausfall eines Pferdes sowie ein dauerhafter Standortwechsel, zum Beispiel wegen des Verkaufs des Pferdes, festgelegt, wenn eine weitere regelmäßige Beprobung des Pferdes auf derselben oder zumindest einer ähnlich angelegten Trainingsstrecke nicht mehr gewährleistet werden konnte. Ein weiteres Ausschlusskriterium wurde erfüllt, wenn ein Pferd in einer Doping-Untersuchung, die regelmäßig auf nationalen und internationalen Turnieren nach dem Zufallsprinzip durchgeführt werden, positiv auf eine verbotene Substanz getestet werden sollte. Des Weiteren waren Teilnehmer aus der Studie auszuschließen, wenn die Trainingsprotokolle nicht regelmäßig ausgefüllt und abgeliefert würden. Daher wurden Reiter, die sich in den Jahren zuvor im Rahmen vorangegangener Arbeiten der eigenen Arbeitsgruppe (z.B. JAEK, 2004; HEBENBROCK, 2006) bereits als hierin besonders unzuverlässig erwiesen haben, von vornherein nicht in die Studie aufgenommen.

Nach diesen Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt, nahmen zunächst vierzehn Pferde an den Beprobungen teil, von denen letztendlich die Daten von acht Pferden ausgewertet werden konnten. Ein Pferd wurde kurz nach Studienbeginn verkauft, ein Pferd konnte auf Grund anhaltender gesundheitlicher Probleme nicht durchgängig

bepробt werden und für vier Pferde ließen sich regelmäßige Beprobungen auf einem einheitlichen Trainingsgelände nicht umsetzen.

3.2.1.1 Herkunft der Pferde

Bei den acht Pferden handelte es sich um sechs Wallache und zwei Stuten in einem Altersbereich zwischen sieben und siebzehn Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 11,4 Jahren.

Die Pferde stammten aus drei verschiedenen Zuchtgebieten. Es handelte sich um Warmblüter mit unterschiedlich hohem Vollblut- bzw. Angloaraberanteil und einen Vollblüter. Der Vollblutanteil lag zwischen 25% und 100% und im Schnitt bei 57,8%.

Entsprechend den Einschlusskriterien (s. 3.2.1) befanden sich alle Pferde auf einem hohen Leistungsniveau. Eines der acht Pferde wurde in der laufenden Saison 2006 bis zum mittelschweren Niveau vorgestellt, drei Pferde wurden erstmals auf schwerem Niveau vorgestellt und vier Pferde sammelten schon seit mehreren Jahren auf schwerem Niveau Erfahrungen (s. Tabelle 2). Während die Pferde Nr. 1, 7 und 8 bzw. die Pferde Nr. 5 und 6 jeweils einem Reiter unterstellt waren, brachten die drei übrigen Reiter jeweils ein Pferd in diese Studie ein.

Alle Pferde wurden regelmäßig zwei- bis dreimal im Jahr entwurmt, halbjährlich gegen Influenza und alle ein- bis zwei Jahre gegen Tetanus geimpft. Zwei der Pferde wurden im Rahmen der Influenzaimpfung zusätzlich gegen das equine Herpesvirus 1 und 4 (EHV 1 und 4) immunisiert.

Die folgende Tabelle gibt Übersicht über die wesentlichsten Charakteristika der Versuchspferde.

Tab. 2: Charakteristika der Versuchspferde

PFERD NR.	GESCHLECHT	ALTER IM PROBEN-ZEITRAUM	LEISTUNGS-NIVEAU	RASSE	VOLLBLUT-ANTEIL IN %
1	Wallach	15	****	Englisches Vollblut	100
2	Wallach	13	***	Trakehner	62,5
3	Stute	17	****	Hannove- raner	25
4	Wallach	11	****	Hannove- raner	50
5	Wallach	10	seit 2006 ***	Trakehner	25
6	Stute	9	seit 2006 ***	Trakehner	75
7	Wallach	9	seit 2006 ***	Hannove- raner	75
8	Wallach	7	**	Trakehner	50

*/L leichtes Niveau, **/M mittelschweres Niveau, ***/S schweres Niveau, **** sehr schweres Niveau, detaillierte Erläuterungen der Abkürzungen s. 2.2.1

3.2.1.2 Haltung der Pferde

Während der Trainingsphasen verblieben die Pferde bei ihren Reitern in ihrer gewohnten Umgebung in Stroheinzelboxen mit natürlichem Lichteinfall und Fensteröffnungen nach draußen. Alle Pferde erhielten Koppelauslauf, die Häufigkeit und Länge des Koppelauslaufs wurde jedoch vom Reiter individuell bestimmt und

variierte daher von Pferd zu Pferd (Tabelle 48 im Anhang). Der Mittelwert des durchschnittlichen Koppelauslaufs pro Tag lag bei 163 Minuten mit einem Minimum von 50 und einem Maximum von 447 Minuten pro Tag.

Zusätzlich zu den Trainingsphasen wurden alle Pferde in individuellem Rhythmus auf Turnieren vorgestellt. Während dieser Turnierteilnahmen wurden die Pferde auf dem jeweiligen Turniervgelände in Stroheinzelboxen mit natürlichem Licht vor Ort eingestallt, der Koppelauslauf während dieser Zeit entfiel.

3.2.1.3 Trainingsplätze

Die Pferde wurden auf unterschiedlichen Trainingsplätzen gearbeitet, die auf den insgesamt vier verschiedenen Reitanlagen, auf die sich die acht Pferde verteilten, zur Verfügung standen (vorwiegend Sandboden). Der Trainingsplan wurde durch den jeweiligen Reiter erstellt und dokumentiert. Dementsprechend wurden die Pferde entweder auf einem der Trainingsplätze trainiert oder ins naturgemäß variable umliegende Gelände (Feld, Wald, Wiese, Asphalt, Sandwege) ausgeritten. Des Weiteren fand in regelmäßigen, aber individuell festgelegten Abständen ein Galopptraining auf einem speziell hierfür ausgewählten Gelände statt. Fünf der Pferde absolvierten ihr Galopptraining auf einer am Hang liegenden Wiese mit integriertem Sandgeläuf, zwei Pferde auf einer ebenfalls mit Sandgeläuf ausgestatteten Rundbahn und ein Pferd an einem Wiesenhang auf Gras. In unregelmäßigen Abständen wurde das Galopptraining durch ein Training der Pferde in Form von Turnierteilnahmen unterbrochen (Sand- oder Grasboden sowie Feld, Wald und Wiese).

3.2.1.4 Krankheitsbedingte Trainingsunterbrechungen

Bei zwei der letztendlich in die Studie eingeschlossenen Pferden kam es im Verlauf der Beprobungen zu verletzungs- bzw. krankheitsbedingten Trainingsunterbrechungen, die jedoch in beiden Fällen nur einige wenige Schonungstage und damit keinen Ausschluss von der Studie zur Folge hatten (s. 3.2.1). Ein Pferd musste verletzungsbedingt vor der letzten Beprobung aus der Studie ausscheiden.

Die Fälle im Einzelnen:

Am 05.05.2006 zeigte Pferd Nr. 5 beim Schrittreiten im Anschluss an das Galopptraining eine plötzlich auftretende, hochgradige Lahmheit hinten rechts. Das Pferd wurde langsam zum Stall zurückgeführt und nach der Diagnose „Lumbago“ behandelt. Hierzu wurde diesem Pferd über drei Tage Boxenruhe verordnet, das Pferd wurde warm eingedeckt und mit den Homöopathika Spascupreel® und Biodyl® sowie Lactanase über drei Tage behandelt. Im Anschluss hieran erfolgte eine langsame Wiederaufnahme des Trainings zunächst mit sieben Tagen Bewegung im Schritt in der Führmaschine. Am achten und neunten Tag wurde das Pferd sowohl in der Führmaschine bewegt als auch unter dem Sattel leicht gearbeitet, bevor die normale Arbeit wieder voll aufgenommen wurde.

Pferd Nr. 6 überschlug sich am 09.05.2006 vor dem Reiten in der Stallgasse, woraufhin das Pferd an diesem Tag nicht geritten wurde. Zur Behandlung wurde das Tier akupunktiert und über drei Tage mit Spascupreel® und Flunixin-Meglumin versorgt. Zur Schonung wurde das Pferd über neun Tage lediglich im Schritt bewegt, woraufhin drei Tage mit leichter Arbeit folgten, bevor das Pferd wieder normal trainiert wurde.

Pferd Nr. 3 fing Ende August an zu lahmen und wurde auf Grund dessen vorzeitig in die Winterpause verabschiedet. Somit konnte die geplante sechste Galopptrainingsbeprobung nicht durchgeführt werden.

3.2.1.5 Reiter

Insgesamt nahmen fünf Reiter im Alter von 23 - 46 Jahren an der Studie teil, die alle dem Bundeskader Vielseitigkeit 2006 „Senioren“ angehörten. Alle Pferde wurden über die gesamte Saison von dem gleichen Reiter auf Turnieren vorgestellt, wobei sich alle Reiter auf dem Leistungsniveau der schweren Klasse befanden. Lediglich ein Reiter ritt das erste Jahr auf diesem Niveau, alle anderen verfügten bereits über mehrjährige entsprechende Erfahrung.

Die Reiter gestalteten das Training ihrer Pferde nach ihren eigenen Vorstellungen in Absprache mit ihren Trainern und den Bundestrainern und dokumentierten dieses in

von der Autorin vorgegebenen, standardisierten Trainingsprotokollen (s. 3.2.3.2). Im Training wurden die Pferde auch von Reitern geritten, die von den jeweiligen Bundeskaderreitern hierzu beauftragt wurden. Diese Einheiten wurden von den Reitern selbst oder den jeweiligen Pferdepflegerinnen in den Trainingsprotokollen entsprechend dokumentiert. Trainiert wurde in erster Linie in den Heimatorten, zusätzlich wurden Lehrgänge mit den Bundestrainern z.B. in Warendorf abgehalten.

3.2.2 Methodik der Datenerfassung

Grundlage bildete die sekundengenaue und kontinuierliche Aufzeichnung von Herzfrequenzen während der im Vierwochenrhythmus beprobten Galopptrainings der erfassten Pferde. Um diese Herzfrequenzdaten miteinander in Beziehung setzen zu können, wurde die Erhebung von gleichzeitig erreichten Geschwindigkeiten, absolvierten Steigungsbelastungen und zurückgelegten Distanzen notwendig.

3.2.2.1 Einsatz des Global Positioning Systems (GPS)

Im Jahr 2004 hat HEBENBROCK erstmalig ein kombiniertes Herzfrequenz-GPS-GSM-Gerät zur Erfassung von Herzfrequenz- und Geschwindigkeitsdaten beim Vielseitigkeitspferd eingesetzt (HEBENBROCK, 2006). Das in dieser vorangegangenen Arbeit getestete und erprobte Gerät wurde auch für die vorliegende Studie verwendet. Es handelt sich um den Equipilot® 15/GE der Firma Fidelak GmbH aus Kamen, Deutschland. Dieser verfügt über eine externe GPS-Einheit (Antenne), einen vier Megabit großen Speicher, zwei Hochleistungs-Lithium-Polymerakkus und ein integriertes GSM-Modem. GSM ist die Abkürzung für „Global System for Mobile Communications“ und ein weltweiter Kommunikationsstandard für voll-digitale Mobilfunknetze. GSM wird vorwiegend für Telefonie, aber auch für leitungsvermittelte Datenübertragung sowie die Übertragung von Kurzmitteilungen genutzt. In dieser Studie wurde das GSM-Modem mit einer SIM-Karte des Mobilfunkanbieters Vodafone (Vodafone D2 GmbH, Düsseldorf, Deutschland) genutzt, so dass aufgezeichnete und gespeicherte Daten nicht nur durch einen Direktanschluss über ein Interface für die serielle Schnittstelle RS-232, sondern auch durch Nutzung des Mobilfunknetzes abgerufen und auf ein Notebook übertragen werden konnten. Beim Abruf über das Mobilfunknetz wurde ein Mobiltelefon (S45i,

Siemens, Deutschland) über eine serielle Schnittstelle mit dem Notebook verbunden und der Equipilot[®] angewählt.

Auf dem Notebook wurden die Daten in einer zunächst für die Fahrzeugindustrie entwickelten Software gespeichert (Nav Manager 2.4 EP der Firma Fidelak GmbH, Kamen, Deutschland) und der Bearbeitung zugänglich gemacht. Die Software wurde ursprünglich für das Fuhrpark- und Flottenmanagement entworfen und im Rahmen der Entwicklung des Equipiloten[®] den Bedürfnissen des Herzfrequenzmonitoring angepasst. Der Datenabruf erfolgte entweder direkt nach der Beprobung vor Ort oder mittels des Mobiltelefons möglichst zeitnah, da die Speicherkapazität bei eingeschaltetem GPS eine Datenspeicherung über einen Zeitraum von maximal vier- bis fünf Stunden ermöglichte. Bei erfolgreicher Datenabfrage mittels des Mobiltelefons wurde der Gerätespeicher im Anschluss an die Datenübertragung automatisch gelöscht, so dass neue Daten aufgezeichnet werden konnten. Bei mangelhaftem Empfang des zur Abfrage genutzten Mobiltelefons oder des GSM-Modems des Equipiloten[®] kam es zu einer Unterbrechung der Datenabfrage. In diesem Fall blieben die Daten auf dem Gerätespeicher und mussten erneut angefragt werden. Bei einem Datenabruf über den Direktanschluss musste der Speicher nach erfolgreicher Datenübertragung aktiv gelöscht werden.

Im internen Gerätespeicher wurden Datum und Funkuhrzeit aufgezeichnet, sobald das GPS angeschaltet wurde, während Aufzeichnungen über Längengrad, Breitengrad, Höhe über dem Meeresspiegel und die Anzahl der Satelliten erfolgten, sobald sich das Gerät erfolgreich geortet hatte. Die Ortung erfolgte über Satelliten, die ständig ihre sich ändernde Position und die genaue Uhrzeit ausstrahlen. Das konnte jedoch, vor allem nach einem Ortswechsel, einige wenige Minuten in Anspruch nehmen. Daher war stets darauf zu achten, dass die Geräte schon vor Beginn der erwünschten Aufzeichnungen eingeschaltet wurden, so dass die Ortung zu Beginn des Trainings abgeschlossen war. Aus den aufgezeichneten Längen- und Breitengraden erfolgte nach dem Einlesen in die Software systemintern die Berechnung der zurückgelegten Strecke und der Geschwindigkeit (s. 3.2.2.4).

Die Herzfrequenzaufzeichnung erfolgte über die Nutzung eines Transmittersets für Pferde (Polar[®] T52H der Firma Polar Elektro Oy, Kempele, Finnland), bestehend aus

zwei Herzfrequenzelektroden und einem Sender, der die gemessenen Herzfrequenzen an das GPS übermittelte (s. 3.2.2.2).

Zur Erfassung der Daten während des Trainings wurde das GPS in speziell hierfür angefertigten Satteldecken verstaut. Diese Satteldecken hatten auf der linken Seite zwei kleine mit Klettverschluss verschließbare Taschen hinter dem Sattelblatt, so dass das Gerät in der einen Tasche und die Antenne in der anderen untergebracht wurde. Wichtig hierbei war, dass der Abstand zwischen dem Herzfrequenzsender und dem GPS möglichst gering gehalten wurde, um Aufzeichnungsunterbrechungen zu vermeiden.

3.2.2.2 Herzfrequenzmessung

Die Herzfrequenz wurde mit Hilfe eines Transmittersets für Pferde (Polar® T52H der Firma Polar Elektro Oy, Kempele, Finnland) gemessen. Die Werte wurden in Form von elektrischen Impulsen von den Elektroden an den Sender des Transmittersets weitergeleitet und an das GPS übermittelt (s. 3.2.2.1). Dort erfolgte die Speicherung synchron mit den von den Satelliten übertragenen Daten.

Das Transmitterset bestand aus zwei Polar-Herzfrequenz-Messelektroden, wobei die eine Elektrode linksseitig auf Herzhöhe direkt am Satteltgurt angebracht wurde, während die andere ebenfalls linksseitig unter den Sattel in die Widerristkuhle zu schieben war. Die Elektroden maßen kontinuierlich die Herzfrequenz des Pferdes, die vom GPS sekundengenau aufgezeichnet wurde.

Um eine konstante und genaue Messung zu gewährleisten, mussten die Elektroden gut angefeuchtet werden, bevor sie an das Pferd angebracht wurden und der Satteltgurt musste eng anliegen, um möglichst von Beginn an eine kontinuierliche Ableitung der Herzfrequenz zu erreichen. Aus diesem Grund erhielt jeder Reiter eine genaue Einweisung in die Handhabung des Gerätes und zusätzlich noch ein kurzes Merkblatt. Nach Möglichkeit wurden die Elektroden und das GPS von der Verfasserin angebracht, um Anwendungsfehler zu minimieren.

Zusätzlich zur kontinuierlichen Herzfrequenzmessung über die Elektroden erfolgten Herzfrequenzmessungen auf dem klassischen auskultatorischen Wege mittels Stethoskop über einen Zeitraum von fünfzehn Sekunden (3M Littmann® Classic II S.E. Stethoscope der Firma 3M Health Care, St. Paul, USA). Diese Messungen erfolgten vor Beginn der jeweiligen Trainingseinheiten zur Erhebung eines Ruhewertes sowie zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls zur Kontrolle der Wiederberuhigung der Herzfrequenz. Parallel zur Messung zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls erfolgte eine Blutprobenentnahme, deren Auswertung im Rahmen der Studie von RATZKE (in Vorbereitung) erfolgt. Aus organisatorischen Gründen war es nicht immer möglich, die Herzfrequenzmessung und die Blutprobenentnahme in identischer Reihenfolge durchzuführen.

3.2.2.3 Berechnung der Herzfrequenzparameter

Zunächst ging die Ruheherzfrequenz in die Auswertung ein, wobei diese durch Auskultation ermittelt wurde und somit keine weitere Bearbeitung benötigte. Für die Ermittlung aller anderen Parameter wurden die aufgezeichneten Herzfrequenzen zunächst, wie in Kapitel 4.1 beschrieben, korrigiert.

Zur Errechnung des arithmetischen Mittelwertes der Herzfrequenz während der Galoppintervalle wurden alle Herzfrequenzwerte berücksichtigt, die während der absolvierten Intervalle erhoben wurden. Hierzu wurden die Erholungsphasen zwischen den einzelnen Intervallen ausgeschnitten und die Galoppintervalle rechnerisch zusammengezogen.

Die maximale Herzfrequenz wurde einmalig pro Aufzeichnung erhoben, ergab sich ebenfalls aus allen absolvierten Intervallen und entsprach dem absoluten Maximum der jeweiligen Aufzeichnung.

Um die Differenz der Herzfrequenz zwischen dem Beginn des speziellen Galopptrainings zu dessen Ende zu errechnen, wurden der arithmetische Mittelwert aus den ersten fünf Sekunden der Herzfrequenzaufzeichnungen des ersten Galoppintervalls und der arithmetische Mittelwert aus den letzten fünf Sekunden des

letzten Galoppintervalls gebildet. Der Mittelwert des Galoppbeginns subtrahiert vom Mittelwert des Galoppendes ergab die erwünschte Differenz.

Der durchschnittliche Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz wurde zunächst für alle Galoppintervalle separat betrachtet. Für jedes Galoppintervall wurde die Anfangsherzfrequenz von der Maximalherzfrequenz subtrahiert und durch die Anzahl der Sekunden, die bis zum Erreichen der jeweiligen Maximalherzfrequenz eines Galoppintervalls benötigt wurden, dividiert. Die so ermittelten Einzelwerte wurden für jedes Galopptraining zusammengefasst, indem alle Werte zunächst addiert und durch die Anzahl der absolvierten Galoppintervalle dividiert wurden.

Ebenso wurde ein Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde errechnet, die bei einer Beschleunigung von 150 Metern pro Minute eintrat. Auch dies erfolgte zunächst für jedes einzelne Galoppintervall separat. Hierzu wurde die Ausgangsgeschwindigkeit zu Beginn des Galopptrainings betrachtet, um eine Aussage darüber treffen zu können, bei welcher Geschwindigkeit eine Beschleunigung von 150 Metern pro Minute erreicht worden ist. Von der dieser höheren Geschwindigkeit zugeordneten Herzfrequenz wurde die Herzfrequenz vom Beginn des Galoppintervalls subtrahiert und durch die Sekunden, die zur Beschleunigung benötigt wurden, dividiert. Wie beim durchschnittlichen Anstieg der Herzfrequenz bis zur Maximalherzfrequenz wurden auch hier die Einzelwerte eines Galopptrainings zusammengefasst.

Im Anschluss an das spezielle Galoppbelastungstraining wurden noch einige weitere Herzfrequenzparameter erhoben. Hierzu wurde der arithmetische Mittelwert über zehn Sekunden gebildet und zwar unmittelbar nach Beendigung (Herzfrequenz past 0) sowie fünf (Herzfrequenz past 5) und zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls (Herzfrequenz past 10). Durch vorherige Absprachen mit den Reitern sollte erreicht werden, dass nicht nur das Galoppbelastungstraining an sich, sondern auch die Wiederberuhigungsphase („Cool Down“) stets einem gleichbleibenden Aufbau folgt, wobei die Gangartfolge vom jeweiligen Reiter selbst festgelegt werden konnte.

3.2.2.4 Geschwindigkeiten und Distanzen

Die Grundlage der Geschwindigkeitsberechnung bildete die Positionsbestimmung über die im interplanetaren Raum in etwa 20200 km über der Erdoberfläche kreisenden Satelliten. Durch Speicherung der Längen- und Breitengrade im Equipiloten® und anschließendes Einlesen der Daten in den Nav Manager 2.4 EP war es der Software möglich, gerittene Geschwindigkeiten und zurückgelegte Distanzen zu errechnen. Die Einheit der Geschwindigkeiten war in der Software frei wählbar, es standen km/h (Kilometer pro Stunde), m/s (Meter pro Sekunde), m/min (Meter pro Minute) und kts (Knoten) zur Verfügung. Die Geschwindigkeitsangaben in dieser Arbeit beziehen sich immer auf m/min, in Anlehnung daran, dass auch die geforderten Geschwindigkeiten auf Vielseitigkeitsturnieren stets in m/min angegeben werden.

Um nicht vermeidbare Belastungsunterschiede während der einzelnen Galopptrainings in die interindividuelle statistische Auswertung einbeziehen zu können, wurde ein Punktesystem erstellt, in das sowohl die zurückgelegte Streckenlänge und die gerittene Geschwindigkeit als auch das erstellte Höhenprofil (s. 3.2.2.5) einfließen. Hierzu wurden die Galoppintervalle exklusive der Erholungspausen zusammengefasst, da von ihnen der eigentliche Trainingseffekt zu erwarten ist. Zur Bewertung von Strecke und Geschwindigkeit wurden zunächst alle in die vorliegende Arbeit eingehenden Werte gelistet und der absolut erreichte Maximalwert der Strecke von 5281m und der Geschwindigkeit von 624,3m/min jeweils mit 100% gleichgesetzt. Dementsprechend wurden alle vorliegenden Werte in Prozentzahlen umgewandelt und für die zurückgelegte Strecke und die gerittene Geschwindigkeit jedes Galopptrainings addiert. Alle so ermittelten Werte lagen zwischen 108,0 und 174,1 Prozent. Für 100 Prozent wurden grundsätzlich zwei Punkte vergeben, der höchste Wert von 174,1 Prozent (100% für die Strecke + 74,1% für die Geschwindigkeit) erhielt sechs Punkte. Für die dazwischen liegenden Werte wurde ein halber Punkt pro zehn Prozent zusätzlich zur Grundpunktzahl zwei vergeben (s. Tabelle 50 im Anhang).

3.2.2.5 Erstellung der Höhenprofile

Um eine Aussage über die absolvierten Höhenmeter und dadurch entstehende Belastungsunterschiede tätigen zu können, wurden sämtliche Galoppstrecken mit einem Messrad „Model 60 M“ der Firma Meter-Man Inc., Winnebago, USA und dem Höhenmesser Escape 203 der Firma Suunto, Vantaa, Finnland zu Fuß abgegangen und vermessen.

Anschließend wurden die Distanzen und die zugehörigen Höhenmeter in eine Excel-Tabelle übertragen und bearbeitet. Hierzu wird die niedrigste Höhenmessung genullt und alle anderen Höhendaten wurden entsprechend angepasst. Nach dieser Aufarbeitung wurde für jedes Galopptraining ein individuelles Höhenprofil erstellt (s. 4.4.1.1 – 4.4.1.8).

Wie auch die Parameter „Strecke“ und „Geschwindigkeit“ (s. 3.2.2.4), wurden auch die absolvierten Höhenmeter im Rahmen eines Punktesystems bewertet, um eine statistische Auswertbarkeit zu ermöglichen. Im Gegensatz zur allgemeinen Vergabe von zwei Punkten für das Vorhandensein von Steigung im Rahmen der Auswertung der Trainingsprotokolle (s. 3.2.3.3) wurden die Galopptrainings individuell betrachtet und bepunktet. Berücksichtigt wurden die Anstiege innerhalb der einzelnen Galoppintervalle, da diese für eine Zunahme der Kreislaufbelastung entscheidend waren. Das Minimum an absolvierten ansteigenden Höhenmetern im Rahmen dieser Studie belief sich auf 21, das Maximum auf 120 Höhenmeter. Zur Bewertung der Höhenmeter wurde eine Skala von 0 bis 3 gewählt, wobei auch die Vergabe von halben Punkten zulässig war (s. Tabelle 3).

Tab. 3: Punktevergabe „Höhenmeter“

HÖHENMETER	PUNKTE
bis 35	0
36 – 50	0,5
51 – 65	1
66 – 80	1,5
81 – 95	2
96 – 110	2,5
111 – 125	3

Für die statistische Auswertung wurden die Punkte für „Strecke und Geschwindigkeit“ (Tabelle 50 im Anhang) und „Höhenmeter“ (Tabelle 3) addiert und als „Einflussgröße Belastung“ in den Berechnungen berücksichtigt.

3.2.3 Versuchsaufbau

Die Studie sah eine regelmäßige Beprobung der Pferde im Abstand von vier Wochen vor, wobei ein Spielraum von +/- sieben Tagen toleriert wurde. Diese Beprobungen integrierten sich in das saisonale Training der Vielseitigkeitspferde, wobei jede Beprobung im Rahmen eines Galopptrainings erfolgte (s. 3.2.3.4.1). Der Trainingsablauf wurde durch die Beprobungen nicht beeinflusst, die Pferde wurden grundsätzlich nach den Vorstellungen der Reiter trainiert und entsprechend der Planung der Reiter auf Turnieren vorgestellt. An den Beprobungstagen sollte das Galopptraining jedoch immer dem gleichen Schema folgen, um eine gleichbleibende Belastung und somit vergleichbare Herzfrequenzen zu gewährleisten (s. 3.2.3.4.1).

Eine Übersicht über die durchgeführten Galopptrainingsbeprobungen ist der Tabelle 49 im Anhang zu entnehmen.

3.2.3.1 Trainingsgestaltung

Grundsätzlich wurde ein „konventionelles“ Training für Vielseitigkeitspferde, wie es in der Praxis üblich ist und allgemein gültigen Regeln entspricht, durchgeführt (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, FN, 2005). Dies legt eine vielseitige Ausbildung in den Disziplinen Dressur, Parcoursspringen und Geländereiten zugrunde.

3.2.3.2 Dokumentation der Trainingseinheiten

Das Training wurde in Trainingsprotokollen von den jeweiligen Reitern täglich dokumentiert (Abbildung 25 und 26 im Anhang). Die Trainingsprotokolle wurden im Rahmen der zuvor erfolgten Trainingsevaluationen der FN entwickelt und von der Verfasserin der vorliegenden Studie geringfügig modifiziert. Daher war die Handhabung der Trainingsprotokolle den Reitern bereits vertraut und im Vorfeld absehbar, dass eine nahezu lückenlose Dokumentation durch die ausgewählten Reiter erwartet werden konnte.

In das Trainingsprotokoll wurde durch den Reiter oder Pfleger das Tagesprogramm eines Pferdes eingetragen. Zunächst bestand die Möglichkeit, bis zu vier Trainingseinheiten einzutragen. Dabei umfasste jede Trainingseinheit einen zusammenhängenden Bewegungsabschnitt des Pferdes, wobei auch der Weidegang der Bewegung diente und somit als Trainingseinheit vermerkt wurde.

Innerhalb einer Trainingseinheit war es möglich, bis zu zwei Trainingsinhalte anzugeben. Dies ermöglichte, zwei direkt aneinander anschließende Trainingsinhalte einer Trainingseinheit zuzuordnen. Diese Aufsplittung diente dazu, die prozentualen Anteile der verschiedenen Trainingsbestandteile berechnen zu können (s. 4.3.1) und erschien sinnvoll, da eine Kombination verschiedener Trainingsinhalte häufig praktiziert wird. So absolvieren einige Reiter nach einem Dressurtraining noch ein paar Einzelsprünge oder bereiten das Pferd an der Longe auf das folgende Training unter dem Sattel vor. Als Trainingsinhalte konnten die in Tabelle 4 vorgegebenen Aktivitäten mit den jeweiligen Abkürzungen in das Protokoll eingetragen werden.

Tab. 4: Abkürzungen der Trainingsinhalte und ihre Bedeutungen

ABKÜRZUNG	TRAININGSINHALT	BEDEUTUNG
DR	Dressur	Training von Einzellektionen und zusammenhängenden Prüfungsaufgaben
PD	Prüfung Dressur	Absolvierung einer Dressurprüfung im Rahmen eines Turniers
LA	Leichte Arbeit	Leichte Arbeit unter dem Sattel, die keine andere Zuordnung hat
SP	Springtraining	Parcours, Parcoursausschnitte und Springreihen
PS	Prüfung Springen	Absolvierung einer Springprüfung im Rahmen eines Turniers
ES	Einzel sprünge	Absolvieren von Einzelsprüngen
SC	Stangen-/Cavalettiarbeit	Gymnastizierende Arbeit über Stangen und/oder Cavalettis
GS	Geländesprünge	Parcours und Parcoursausschnitte im Gelände
PG	Prüfung Gelände	Absolvierung einer Geländeprüfung im Rahmen eines Turniers
GT	Galopptraining	Galopptraining und Sprints
ST	Schritttraining	Gegebenenfalls mit kurzen Trabreisen
LO	Longe	Arbeit an der Longe, in der Regel ungeritten
LB	Laufband	Bewegung auf dem Laufband im Schritt
LB mit Trab	Laufband	Bewegung auf dem Laufband im Schritt und im Trab
FM	Führmaschine	Bewegung in der Führmaschine
AU	Ausritt	Bewegung im Gelände ausgenommen Schritttraining
KO	Koppel	Freie Bewegung auf der Koppel oder im Paddock
SO	Sonstiges	Einzutragen bei Bewegungseinheiten, die den oben aufgeführten Inhalten nicht zuzuordnen sind

Den Trainingseinheiten wurde in den Protokollen deren Dauer in Minuten zugeordnet. Des Weiteren wurden Angaben zur Intensität gemacht. Hier gab es vier Stufen (leicht, mittel, schwer und sehr schwer). Die Beurteilung der Intensität beruhte auf einer subjektiven Einschätzung der jeweiligen Reiter. Als nächstes sollten die Reiter ankreuzen, ob sie ihr Training auf ebenem Boden oder auf einem Gelände mit Steigung absolviert hatten. Jedoch war keine Angabe zum Steigungsgrad vorgesehen, da dies auf einer rein subjektiven Schätzung der Reiter basiert hätte. Im Anschluss war eine Aussage über die Bodenbeschaffenheit zu treffen, die im Trainingsprotokoll in drei Stufen unterteilt wurde: tief, weich und hart. Der letzte Teil war für Bemerkungen frei. Hier konnten sämtliche Anmerkungen der Reiter oder Auffälligkeiten beim Umgang mit dem entsprechenden Pferd eingetragen werden wie zum Beispiel die Teilnahme an einem Wettkampf oder eine auftretende Erkrankung. Des Weiteren konnten hier weitere Trainingsinhalte vermerkt werden, wenn mehr als zwei Trainingsinhalte innerhalb einer Trainingseinheit absolviert wurden. Außerdem sollte der Punkt „Sonstiges“ aus den Trainingsinhalten näher erläutert werden. Abschließend gab es zwei Spalten, in denen eine etwaige GPS-Nutzung mit Uhrzeit vermerkt werden konnte. Dies diente der vereinfachten und gesicherten Zuordnung der aufgezeichneten Trainingstrips zu dem entsprechenden Pferd.

3.2.3.3 Auswertung der Trainingsprotokolle

Zur Auswertung der Trainingsprotokolle wurde ein Score-Schema erstellt. Die Grundlage zur Erstellung des Score-Schemas lieferten die Erfahrungswerte von zwei Reitern, die die Probennahmen für diese und eine weitere Arbeit der eigenen Arbeitsgruppe in den Jahren 2005 und 2006 durchgeführt haben. Auf Grund dieser reiterlichen Erfahrungswerte wurde eine Punktevergabe für die einzelnen Trainingsinhalte vorgenommen (Tabelle 5). Des Weiteren wurden die Trainingsdauer und gegebenenfalls vorhandene Steigungen für den individuellen Scorewert eines Trainingsinhaltes berücksichtigt. War dem Trainingsprotokoll keine Angabe zur Trainingsdauer zu entnehmen, was in 14,8% der Fall war, wurde ein Mittelwert für den entsprechenden Trainingsinhalt des entsprechenden Pferdes aus den vorhandenen Zeitangaben gebildet und eingefügt. Die Grundpunktzahl pro Trainingsinhalt bezog sich auf eine 30minütige Einheit, so dass die Punktzahl entsprechend der tatsächlichen Trainingsdauer auf eine Nachkommastelle genau

hoch- bzw. heruntergerechnet werden musste. Eine vorhandene Steigung wurde mit zwei zusätzlichen Punkten pro Trainingsinhalt bewertet. Wurden an einem Tag mehrere Trainingsinhalte absolviert, wurden die entsprechenden Punkte einzeln berechnet und anschließend zu einer Tagesgesamtsumme zusammengezogen.

Tab. 5: Punktvergabe Trainingsinhalte (außer Galopptraining und Geländeprüfung)

TRAININGSINHALT	PUNKTE
DR/PD	5
LO	3
LA	3
SP/PS	5
GS	6,5
ES	3,5
SC	3,5
ST	1
LB	1
LB TRAB	2
FM	1
AU	2,5

DR/PD Dressur/Prüfung Dressur, LO Longe, LA Leichte Arbeit, SP/PS Springen/Prüfung Springen, GS Geländesprünge, ES Einzelsprünge, SC Stangen-/ Cavaletti-training, ST Schrittttraining, LB Laufband Schritt, LB Trab Laufband mit Trab, FM Führmaschine, AU Ausritt

Die Trainingsinhalte „Koppel“, „Galopptraining“, „Prüfung Gelände“ und „Sonstiges“ wurden, wie im Folgenden erläutert, gesondert betrachtet. Da es sich beim Koppelaufenthalt in erster Linie um einen psychischen Ausgleich handelt und ein Trainingseffekt des Pferdes nicht zu erwarten ist, wird der Koppelaufenthalt im Score-Schema nicht berücksichtigt, es sei denn, es handelt sich um eine

ausgesprochene Hangkoppel. In diesem Fall ist sehr wohl ein leichter Trainingseffekt zu erwarten, weshalb der Aufenthalt auf einer Hangkoppel mit 0,5 Punkten bewertet wurde. Diese Punktevergabe erfolgte jedoch zeitunabhängig, da keine kontinuierliche Bewegung des Pferdes auf einer Koppel zu erwarten ist.

Für die Punktevergabe bezüglich des Trainingsinhaltes „Galopptraining“ wurde die Durchführung der einzelnen Galopptrainings individuell betrachtet (s. 3.2.2.4). Hierzu wurden möglichst viele Galopptrainings mittels GPS aufgezeichnet und Übersichtstabellen über die Abfolge und die Dauer der gerittenen Gangarten der beprobten Galopptrainings erstellt. Hierbei fiel auf, dass „Warm Up“ und „Cool Down“ individuell verglichen immer einem ähnlichen Ablauf folgten, weshalb diese Teilbereiche dem Ablauf entsprechend entweder dem Trainingsinhalt „Leichte Arbeit“ oder „Schritttraining“ zugeordnet wurden. Während das „Warm Up“ der Pferde Nr. 1, 4, 5, 6, 7 und 8 als „Leichte Arbeit“ bewertet wurde, wurde das „Warm Up“ der Pferde Nr. 2 und 3 als „Schritttraining“ eingeordnet. Im Gegensatz dazu wurde das „Cool Down“ für alle Pferde als „Schritttraining“ gescored. Die durchschnittliche individuelle Dauer des „Warm Ups“ bzw. „Cool Downs“ wurde auf die nächste Viertelstunde gerundet und entsprechend dem zugeordneten Trainingsinhalt bepunktet. Das Galoppbelastungstraining an sich erhielt zunächst 4,5 Grundpunkte zuzüglich 0,5 Punkte pro durchschnittlich während der Galoppintervalle zurückgelegten 250 Metern. Um die durchschnittlich zurückgelegte Streckenlänge zu berechnen, wurden die zurückgelegten Meter aller für das jeweilige Pferd aufgezeichneten Galoppintervalle addiert und durch die Anzahl der aufgezeichneten Galopptrainings dividiert. Der hierbei ermittelte Wert wurde dann auf die nächsten 250 gerundet. Wurde das Galopptraining mit Steigung absolviert, wurden, wie auch für die übrigen Trainingsinhalte vorgesehen (s.o.), einmalig zwei Punkte hierfür hinzuaddiert. Allerdings wurde das Galopptraining erst als Training mit Steigung bewertet, wenn über 25 Höhenmeter innerhalb der Galoppintervalle absolviert wurden. Da diese Punktevergabe jedoch nicht die Belastung in 30 Minuten widerspiegelte, sondern die Belastung während eines gesamten Galopptrainings, wurde die Gesamtpunktzahl abschließend durch die durchschnittlich gerittene, auf eine Viertelstunde gerundete Gesamtzeit inklusive „Warm Up“ und „Cool Down“ geteilt und auf einen auf eine Nachkommastelle gerundeten Grundwert für 30 Minuten Belastungsdauer hochgerechnet. Die durchschnittlich gerittene Gesamtzeit

wurde ähnlich der durchschnittlich zurückgelegten Streckenlänge errechnet, in dem die Dauer aller für das jeweilige Pferd aufgezeichneten Galopptrainings addiert und durch die Anzahl der aufgezeichneten Galopptrainings dividiert wurde. Auf diese Weise ließen sich individuelle Gesamtpunkte für alle Galopptrainings, auch die, zu denen keine GPS-Aufzeichnungen vorlagen, entsprechend ihrer Dauer ausrechnen.

Als Beispiel zur Verdeutlichung der Berechnung des Galopptrainingsscores folgt hier die Berechnung für Pferd Nr. 1 (Abkürzungen s. 3.2.3.2, Tabelle 4):

1. 3 Punkte für das „Warm Up“ (entsprechend LA, durchschnittlich 30min)
2. 0,5 Punkte für das „Cool Down“ (entsprechend ST, durchschnittlich 10min)
3. 2 Punkte für die Steigung, da das Galopptraining am Berg absolviert wurde
4. 4,5 Grundpunkte für die Absolvierung des Galopptrainings an sich
5. 5 Punkte für die durchschnittlich absolvierten 2400 m während der Galoppintervalle (auf 2500m gerundet)

Daraus ergibt sich eine Gesamtsumme für Pferd Nr. 1 von 15,0 Punkten, die durch die durchschnittliche Gesamtdauer des absolvierten Galopptrainings von gerundet 60 Minuten geteilt und auf 30 Minuten hochgerechnet wurde. Somit erreicht Pferd Nr. 1 für die Auswertung im Rahmen der Trainingsprotokolle, in denen insgesamt 353 Tage erfasst wurden, einen Galopptrainingsscore von 7,5 Punkten.

Die individuellen Gesamtpunktzahlen für die Galopptrainings sind Tabelle 6 zu entnehmen. Die Grunddaten, die zu ihrer Berechnung herangezogen wurden, sind in der Tabelle 51 im Anhang aufgeführt.

Tab. 6: Punktvergabe Galopptraining bezogen auf 30 Minuten

PFERD NUMMER	PUNKTE
1	7,5
2	4,8
3	7,7
4	8,5
5	7,3
6	7,3
7	7,5
8	7,5

Ebenso wie das Galopptraining wurde der Trainingsinhalt „Prüfung Gelände“ individuell betrachtet. Hierzu wurden alle Geländeprüfungen, die von beprobten Pferden absolviert wurden, separat bepunktet, wobei „Warm Up“ und „Cool Down“ jedoch für alle Prüfungen gleichermaßen zusammengefasst und grundsätzlich mit 3,5 Punkten entsprechend des Trainingsinhaltes „Einzelsprünge“ bescored wurden. Als Grundpunktzahl für das Absolvieren der Prüfung an sich wurden acht Punkte vergeben, wobei ebenso wie beim „Galopptraining“ 0,5 Punkte pro 250 Meter Prüfungsstrecke addiert wurden. Auch hier wurde die Streckenlänge gerundet. Da sich die Steigung bei den verschiedenen Geländeprüfungen erheblich unterschied, wurden die zwei grundsätzlich veranschlagten Steigungspunkte für diesen Trainingsinhalt entsprechend der tatsächlichen Steigung aufgeteilt (Tabelle 7). Da ein überproportionaler Anstieg des Kraftaufwandes bei zunehmender Steigung zu erwarten ist, wurden stärkeren Steigungen überproportional mehr Punkte zugeteilt. Das Maximum von 2 Punkten wurde aber auch hierbei nicht überschritten.

Tab. 7: Punktvergabe Steigung Trainingsinhalt „Prüfung Gelände“

ZU ABSOLVIERENDER ANSTIEG (m)	PUNKTE
bis 25	0
26-50	0,5
51-70	1
71-80	1,5
mehr als 80	2

Des Weiteren berücksichtigt wurde das jeweilige Prüfungsniveau, da mit der Prüfungsklasse die geforderte durchschnittliche Geschwindigkeit und die Anzahl der Sprünge ansteigen (s. 2.2.1). Dementsprechend wurden zusätzliche Punkte für die unterschiedlichen Niveaus vergeben (Tabelle 8).

Tab. 8: Punktvergabe Prüfungsniveau Trainingsinhalt „Prüfung Gelände“

PRÜFUNGSNIVEAU	PUNKTE
*/L	0
**/M	0,5
***S	1
****	1,5

*/L leichtes Niveau, **/M mittelschweres Niveau, ***S schweres Niveau, **** sehr schweres Niveau, detaillierte Erläuterungen der Abkürzungen s. 2.2.1

Die so errechnete Gesamtpunktzahl wurde unabhängig von der tatsächlich gerittenen Gesamtzeit zu Grunde gelegt, da davon auszugehen ist, dass der Konditionsaufbau in erster Linie auf Grund der Absolvierung der Geländestrecke erfolgte und diese unabhängig von der gerittenen Zeit für alle Pferde gleich war. Die Endpunktzahlen für die einzelnen Geländeprüfungen sind Tabelle 9 zu entnehmen. Die Daten bezüglich der Streckenlängen und der zu absolvierenden Höhenmeter wurden im Auftrag der FN im Rahmen einer zusätzlich zu dieser Arbeit

durchgeführten Turnierbetreuung der Reiter erhoben. Für Geländestrecken, die nicht vermessen wurden und für die daher keine genauen Angaben zur Streckenlänge und dem Höhenprofil zur Verfügung standen, wurden Mittelwerte für die jeweiligen Prüfungsklassen aus den vermessenen und somit bepunkteten Geländeprüfungen errechnet. Entgegen der Erwartung, die laut FEI-Kategorie schwerste Prüfung (CCI**** in Luhmühlen) würde die meisten Punkte erreichen, erreicht die ***- Prüfung in Kreuth mit 25,5 die meisten Punkte. Dies ist zum einen auf die deutlich flachere und zum anderen auf eine auf Grund der Wetterverhältnisse verkürzte Streckenführung in Luhmühlen zurückzuführen. Die Geländestrecke wurde kurzfristig verkürzt, da anhaltende Regengüsse in der Woche vor dem Wettkampf den Boden so aufgeweicht haben, dass Teile der vorgesehenen Strecke nicht beritten werden konnten.

Tab. 9: Punktvergabe „Prüfung Gelände“

GELÄNDEPRÜFUNG MIT PRÜFUNGSNIVEAU	PUNKTE
Bonn *	18,5
Bonn ***	21,5
Bredeneek **	20
Kreuth **	22
Kreuth ***	25,5
Luhmühlen **	18,5
Luhmühlen ****	24
Marbach ***	21,5
Sahrendorf VM	18
Sahrendorf ***	21,5
Schenefeld *	17
Schenefeld ***/VS	20,5

* leichtes Niveau, **/VM mittelschweres Niveau, ***/VS schweres Niveau, **** sehr schweres Niveau, detaillierte Erläuterungen der Abkürzungen s. 2.2.1

Ausgewertet wurden die Trainingsprotokolle zunächst tageweise. Hierzu wurden die Trainingseinheiten jedes einzelnen Tages mit Hilfe des Score Schemas berechnet und anschließend zu einer Tagesgesamtsumme zusammengezogen. Schließlich wurden die jeweils zwischen zwei Beprobungen liegenden Trainingsabschnitte zusammengefasst, um Vergleiche zwischen den einzelnen Trainingsabschnitten, aber auch zwischen den einzelnen Pferden anstellen zu können. Hierbei musste beachtet werden, dass die einzelnen Trainingsabschnitte nicht immer gleich lang waren, da ein Zeitraum von vier Wochen +/- sieben Tage zwischen zwei Beprobungen zulässig war. Daher wurden die Gesamtpunkte eines jeden Trainingsabschnittes durch die Anzahl der jeweiligen Tage dividiert, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Somit konnte auch eine durchschnittliche

Tagesgesamtsumme ermittelt werden, wenn einzelne Tagesangaben in den Trainingsprotokollen fehlten, was jedoch nur für 80 von rund 1180 einzelnen protokollierten Tagesaufzeichnungen der Fall war (14,8%).

3.2.3.4 Galopptraining

Um Vielseitigkeitspferde auf das für sie notwendige Konditionsniveau zu bringen, ist es erforderlich, Herz-Kreislaufsystem wie auch Sehnen- und Bandapparat im Training regelmäßig größeren Belastungen auszusetzen. Unter Vielseitigkeitsreitern verbreitet und dem Humansport nachempfunden ist das Galoppintervalltraining, bei dem die Pferde nach der Aufwärmphase in mehreren Intervallen schnell galoppiert werden. Die einzelnen Intervalle im Rahmen der vorliegenden Studie waren zwischen einigen hundert Metern und mehreren Kilometern lang und wurden im Galopp mit Geschwindigkeitsspitzen im Wettkampftempo oder sogar schneller absolviert, so dass Maximalwerte von über 900 m/min erreicht wurden (s. 4.2 und 4.4.1). Die dazwischen liegenden Pausen dauerten einige Sekunden bis mehrere Minuten, in denen die Pferde mit niedriger Geschwindigkeit weiter bewegt wurden, um zumindest eine Teilerholung zu erreichen. Die Häufigkeit, Regelmäßigkeit und Art der Durchführung solcher Galoppintervalltrainings werden nach individueller Einschätzung und Erfahrung vom Reiter selbst festgelegt, da es bislang noch keine wissenschaftlich fundierten Trainingspläne für Vielseitigkeitspferde gibt.

Vier der fünf Vielseitigkeitsreiter der vorliegenden Studie wählten einen individuell variierenden Galopptrainingsrhythmus. Die Zeitabstände zwischen den einzelnen Galopptrainings wechselte zwischen minimal drei und maximal fast dreißig Tagen, wobei einzelne Galopptrainings durch Prüfungsstarts ersetzt wurden. Eines der Pferde (Pferd Nr. 1) erhielt im Laufe der Saison zusätzlich eine geplante Trainingspause von etwa acht Wochen, in der keine Galopptrainings absolviert wurden. Der fünfte Reiter führte bei seinen zwei Pferden (Pferd Nr. 5 und 6) ein spezielles Galopptraining ausschließlich im vierwöchigen Rhythmus der Beprobungen durch. Diese beiden Pferde wurden keinem klassischen Galoppintervalltraining unterzogen, sondern absolvierten ein reines Galopptraining ohne zwischengeschaltete Erholungspausen, lediglich das Galopp tempo wurde intervallartig variiert.

In den Tagen zwischen den einzelnen Galopptrainings wurden die Pferde unterschiedlich intensiv trainiert und absolvierten neben den Turnierstarts nach individuellem Ermessen der jeweiligen Reiter intensivere Trainingseinheiten (z.B. Dressur, Springen, Geländesprünge) und weniger intensive Trainingseinheiten (z.B. Leichte Arbeit, Longe), die wie in den vorigen Kapiteln detailliert erläutert mittels Scorepunkten semiquantitativ erfasst wurden (s. 3.2.3.2).

3.2.3.4.1 Durchführung der Beprobungen

Die Reiter wurden im Abstand von vier Wochen (+/- sieben Tage) zur Beprobung eines Galopptrainings aufgesucht. Zu diesem Galopptraining wurden die Pferde mit den Herzfrequenzelektroden und dem GPS ausgestattet (s. 3.2.2.1 und 3.2.2.2). Zunächst wurden die Körperinnentemperatur und die Atemfrequenz sowie die Herzfrequenz in Ruhe gemessen. Die Erhebung der Herzfrequenz erfolgte sowohl auskultatorisch als auch über die Herzfrequenzelektroden, wobei die auskultatorische Messung vor dem Satteln, die Elektrodenmessung nach dem Satteln, jedoch vor dem Beginn der Arbeit erfolgte. Diese Parameter wurden erhoben, um eine Grundaussage über den Gesundheitszustand des Pferdes und die Auswertbarkeit der erhobenen Messwerte treffen zu können. Die doppelte Erhebung der Ruheherzfrequenz diente zusätzlich der Kontrolle des GPS. Anschließend wurde das Training des Pferdes begonnen. Die Trainingseinheit begann jeweils mit einer mindestens zehnminütigen Aufwärmphase im Schritt. Daran schloss sich die lösende Arbeit im Trab an, bevor der Übergang in die Arbeitsphase erfolgte.

In der Arbeitsphase wechselten sich Schritt, Trab und Galopp ab, wobei der Schwerpunkt auf den schnelleren Gangarten Trab und Galopp lag. Bei den beprobten Trainingseinheiten schloss die individuell unterschiedlich intensiv ausgeprägte Arbeitsphase immer mit einem speziellen Galoppbelastungstraining ab. Lösungs- und Arbeitsphase werden exklusive des speziellen Galopptrainings im Weiteren als „Warm Up“ (WU) bezeichnet. Das anschließende spezielle Galopptraining wird einer sehr detaillierten Betrachtung unterzogen und bildet den Schwerpunkt der eigenen Untersuchungen.

Im Vorfeld der Saison und als Grundlage der vorliegenden Arbeit fanden Hofbesuche bei den jeweiligen Reitern statt, bei denen die Rahmenbedingungen und der Ablauf der Studie mit den Reitern besprochen und die Eignung der Pferde für diese Studie geprüft wurden. Bei diesen Besprechungen wurde festgelegt, dass eine regelmäßige Beprobung der Galopptrainings im vierwöchigen Abstand durchgeführt würde. Bei diesen beprobten Galopptrainings sollte der Trainingsaufbau immer gleich bleiben. Bei sechs der acht Pferde umfasste das Galoppbelastungstraining mehrere Galoppintervalle mit dazwischen liegenden Erholungspausen, zwei der acht Pferde absolvierten ein reines Galopptraining ohne Intervallgliederung. Dabei absolvierten alle acht Pferde ihr Training auf jeweils der gleichen Strecke mit möglichst gleich bleibender Geschwindigkeit und somit auch gleich bleibender Belastungsdauer. Dies wurde einerseits durch die Beobachtungen der Verfasserin und andererseits durch die GPS-Aufzeichnungen kontrolliert (s. 3.2.2.1). Um nicht vermeidbare variierende Intensitäten während der Galoppintervalle auszugleichen, wurden die zurückgelegte Strecke, die Galoppdauer und die absolvierten Höhenmeter als Einflussgrößen in die statistische Auswertung einbezogen (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5). Die zurückgelegte Strecke und die Galoppdauer wurden den GPS-Aufzeichnungen entnommen und mit den eigenen Messungen abgeglichen, die bezüglich der Streckenlänge mittels Messrad erfolgten (s. 3.2.2.4). Die absolvierten Höhenmeter wurden aufgrund zu großer Ungenauigkeiten nicht den GPS-Aufzeichnungen entnommen, sondern mit Messrad und Höhenmesser ermittelt (s. 3.2.2.5).

Nach Beendigung des Galopptrainings wurden die Pferde meist noch kurz getrabt und dann mindestens zehn Minuten im Schritt weiter bewegt, bevor das Training endgültig abgeschlossen war. Der Trainingsausklang soll hier im Weiteren als „Cool Down“ (CD) bezeichnet werden und beginnt im direkten Anschluss an das letzte Galoppintervall. Genau zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls wurde zusätzlich zu den kontinuierlichen Herzfrequenzaufzeichnungen mit Hilfe von Elektroden und dem GPS (s. 3.2.2.1 und 3.2.2.2) eine auskultatorische Herzfrequenzmessung durchgeführt.

Der genaue Ablauf einer solchen Trainingseinheit hing in großem Maße vom jeweiligen Reiter ab und wurde jedes Mal mit Hilfe der GPS-Aufzeichnungen und

eigenen Beobachtungen dokumentiert und protokolliert. Aus diesen Aufzeichnungen wurden dann individuell für jedes Reiter-Pferde-Paar Übersichtstabellen für den Ablauf der Galopptrainingseinheiten erstellt, um den Aufbau der einzelnen Trainingseinheiten an den Beprobungstagen besser miteinander vergleichen zu können. Mit Hilfe der Übersichtstabellen und der eigenen Beobachtungen konnte beurteilt werden, ob sich die Reiter an die im Vorfeld getroffenen Absprachen bezüglich des immer gleichen Trainingsaufbaus gehalten haben. Die Übersichtstabellen verfügen sowohl über eine Gesamtübersicht, wie lange das Training insgesamt gedauert hat, als auch über detaillierte Aufschlüsselungen, wann wie lange in welcher Gangart geritten wurde und welchen Zeitanteil das WU, das spezielle Galopptraining und das CD in Anspruch genommen haben.

3.2.3.4.2 Erhebung von Umweltdaten

Um eine Beeinflussung der Herzfrequenz während der Galopptrainings durch Umweltdaten erfassen zu können, wurden die Lufttemperatur, der Luftdruck, die relative Feuchte und die Windstärke über die Internetseite www.wetter.com recherchiert. Des Weiteren wurden Aufzeichnungen gemacht über die Bodenbeschaffenheit und gegebenenfalls auftretende Regenschauer.

Die Lufttemperatur, die relative Feuchte und die Bodenbeschaffenheit wurden anhand eines Punktesystems bewertet und so in die statistische Auswertung einbezogen. Zur Bewertung wurden die Temperatur und die relative Feuchte zusammen betrachtet, da das Verhältnis beider zueinander für die Intensität der Kreislaufbelastung entscheidend ist.

Die Punkteskala reicht von 0 Punkten und somit nahezu idealen Bedingungen bis hin zu 4 Punkten für deutlich erschwerte Bedingungen. Da KITZING et al. (1968) in ihrer Studie am Fahrradergometer feststellten, dass die Pulsfrequenz zwischen 0 und 11°C während der Belastung nahezu konstant bleibt und erst bei höheren Temperaturen kontinuierlich ansteigt, wurden Temperaturen von maximal 11,0°C den nahezu idealen Bedingungen mit Punktzahlen von 0 bei einer maximalen relativen Feuchte von 69,9% und 0,5 bei einer relativen Feuchte zwischen 70 und 100% zugeordnet. Die Vergabe der Punkte 1 – 4 hingegen erfolgte nach der

Berechnung der Summe aus der Temperatur in Grad Celsius und der Luftfeuchte in Prozent/10 und wird im Folgenden als sogenannte „Klimasumme“ aufgeführt (Tabelle 10).

Tab. 10: Punktvergabe Wetterdaten (Temperatur + relative Feuchte)

PUNKTE	KLIMASUMME
1	19,0 – 20,9
1,5	21,0 – 22,9
2	23,0 – 24,9
2,5	25,0 – 26,9
3	27,0 – 28,9
3,5	29,0 – 30,9
4	31,0 – 32,9

Die Bodenbeschaffenheit wurde ebenfalls mittels eines Punktesystems bewertet, wobei abschließend die Punkte für die Bodenbeschaffenheit und die Wetterdaten addiert wurden, um als „Einflussgröße Umwelt“ in die statistische Auswertung einzugehen. Bodenverhältnisse manifestieren sich in der Art und Dichte des Bodens. Schwere Böden wie Lehm oder Schluff können z.B. zu einer höheren Ausfallrate in der Querfeldeinstrecke führen als Sandböden (SKOWRONEK und HERTSCH, 2003) und führen auch im Rahmen der Galopptrainings zu einer erhöhten Belastung. Daher richtet sich die Punktevergabe für die Bodenbeschaffenheit nach der grundsätzlichen „Schwere“ des Bodens (Tabelle 11) und der wetterbedingten aktuellen Tiefe, für die bis zu maximal 3 Punkte zusätzlich zur Grundpunktzahl, die für einen Boden unter idealen Bedingungen vergeben wurde, hinzuaddiert werden konnten. Die Bestimmung der aktuellen Tiefe eines Bodens erfolgte subjektiv durch die an der Studie teilnehmenden Reiter und die Verfasserin.

Tab. 11: Einteilung nach der „Schwere“ der Böden

PUNKTE	BODENBESCHAFFENHEIT
1	Grasboden
2	Sand-/Grasboden
3	Fester Ackerboden
4	Sandboden
5	Lockerer Ackerboden
6	Lehm, Schluff

3.2.4 Turnierfolge

Da Reiter und Pferde anhand ihrer Erfolge auf Sportveranstaltungen gemessen werden, wurde auch für diese Studie retrospektiv eine Übersicht über die Turnierfolge der Probanden auf Vielseitigkeitsturnieren im Jahr 2006 erstellt. Hierzu wurde die Zahl der Turnierteilnahmen anhand der Angaben in den Trainingsprotokollen ermittelt. Eine Platzierung erfolgt laut Reglement der FEI (2006) und der FN (2008), wenn sich ein Starter nach allen drei Prüfungsdisziplinen (s. 2.2.1) innerhalb des punktbesten Viertels des Gesamtteilnehmerfeldes befindet. Die Platzierungshäufigkeit in Prozent wurde für jedes Pferd individuell mittels Dreisatz errechnet, indem die Anzahl der Turnierteilnahmen jeweils mit 100% gleichgesetzt wurde (s. Tabelle 58 im Anhang).

3.3 Statistische Auswertung

Die Datenverarbeitung und –auswertung der Ergebnispräsentation erfolgte teilweise auf dem eigenen transportablen Computer, teilweise auf den Computern im lokalen Rechnernetzwerk (LAN) der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Zur ersten Verarbeitung und Interpretation der Daten wurden das Programm Nav Manager 2.0 der Firma Fidelak GmbH und die Programme Microsoft Office Excel 2003 und Open Office.org 1.9.79 Calc genutzt sowie das Programm SPSS 12.0 für Windows. Die

statistischen Auswertungen wurden unter Verwendung des Statistikprogrammpakets BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993) durchgeführt.

Zur Beschreibung der Daten wurden arithmetische Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD), Varianzkoeffizienten (CV), Minima (Min.), Maxima (Max.) und Stichprobenumfänge (n) berechnet und tabellarisch wiedergegeben. Die erhobenen Daten wurden nicht durch einen Anpassungstest auf Normalverteilung geprüft, weil der Stichprobenumfang dafür zu klein war. Als Indiz für das näherungsweise Vorliegen einer Normalverteilung wurde gewertet, dass die Variationskoeffizienten (Standardabweichung/arithmetischer Mittelwert) die Größenordnung 0,4 – 0,5 nur selten überschritten.

Zur statistischen Prüfung des Gruppen- und Zeiteinflusses auf Signifikanz wurde eine multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ unter Berücksichtigung der Störvariablen „Umwelt“ und „Belastung“ mit dem Programm BMDP 5V unter Verwendung des Wald-Tests durchgeführt. Bezüglich der Parameter „Ruheherzfrequenz auskultatorisch“ und „Ruheherzfrequenz mittels GPS“ erfolgte die Prüfung auf Signifikanz mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich der „Zeit“ mit dem Programm BMDP 5V.

Zusätzlich wurde eine explorative Datenanalyse für die Darstellung der geschätzten vom Umwelt- und Belastungseinfluss bereinigten Daten mit dem Programm BMDP 1D erstellt.

Die Untersuchung der Zusammenhänge erfolgte bei den quantitativen Merkmalen mit Hilfe der multiplen linearen Regressionsanalysen mit dem Programm BMDP 1R. Auch hier sind die Störvariablen „Umwelt“ und „Belastung“ in die Auswertung eingegangen.

Bei der Bewertung der statistischen Signifikanzen wurde das Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ zugrunde gelegt, so dass alle Ergebnisse mit $p \leq 0,05$ als statistisch signifikant angesehen wurden. Soweit möglich wurde der exakte p-Wert angegeben.

4 Ergebnisse

Um bei der Betrachtung der erhobenen Herzfrequenzparameter die richtigen Schlussfolgerungen ziehen zu können, wurde zunächst die angewandte Methodik evaluiert. Im Anschluss hieran wurden die einzelnen Galopptrainings und die Umweltbedingungen, unter denen die Beprobungen stattfanden beleuchtet und auf ihre Vergleichbarkeit überprüft. Den Abschluss bildet die Auswertung der aufgezeichneten Herzfrequenzparameter an sich.

4.1 Auswertbarkeit der Herzfrequenzmessungen

Die Herzfrequenzmessungen erfolgten, wie in Kapitel 3.2.2.2 ausführlich dargestellt, mittels eines Transmittersets für Pferde (Polar® T52H der Firma Polar Elektro Oy, Kempele, Finnland). Durch die sekundengenaue Herzfrequenzaufzeichnung parallel zur Geschwindigkeitsaufzeichnung ließen sich die Herzfrequenz und die Geschwindigkeit stets einander zuordnen, was aus den beispielhaft aufgeführten Abbildungen 2 – 5 ersichtlich wird. Erwartungsgemäß kam es wiederholt zu kurzen, in seltenen Fällen auch länger andauernden Ausfällen in den Aufzeichnungen. Mögliche Gründe hierfür sind das erst nach und nach erfolgte Angurten, das einen gleichmäßigen Kontakt der Elektroden zum Pferd zu Beginn erschwert, jedoch aufgrund der Empfindlichkeit und des Aufblähens einiger Pferde zu Trainingsbeginn nicht immer vermieden werden konnte. Auch mag ein zu geringes Befeuchten der Elektroden vor Trainingsbeginn Kontaktstörungen und somit Messausfälle bedingt haben, wobei sich der Kontakt durch die Schweißsekretion im Verlauf des Trainings meist verbesserte. Vorübergehende und kurzfristige Messausfälle (in den Abbildungen 2 – 5 mit einem grauen Pfeil gekennzeichnet) wurden in der Nachbearbeitung der Daten korrigiert (s.u.).

Ergebnisse

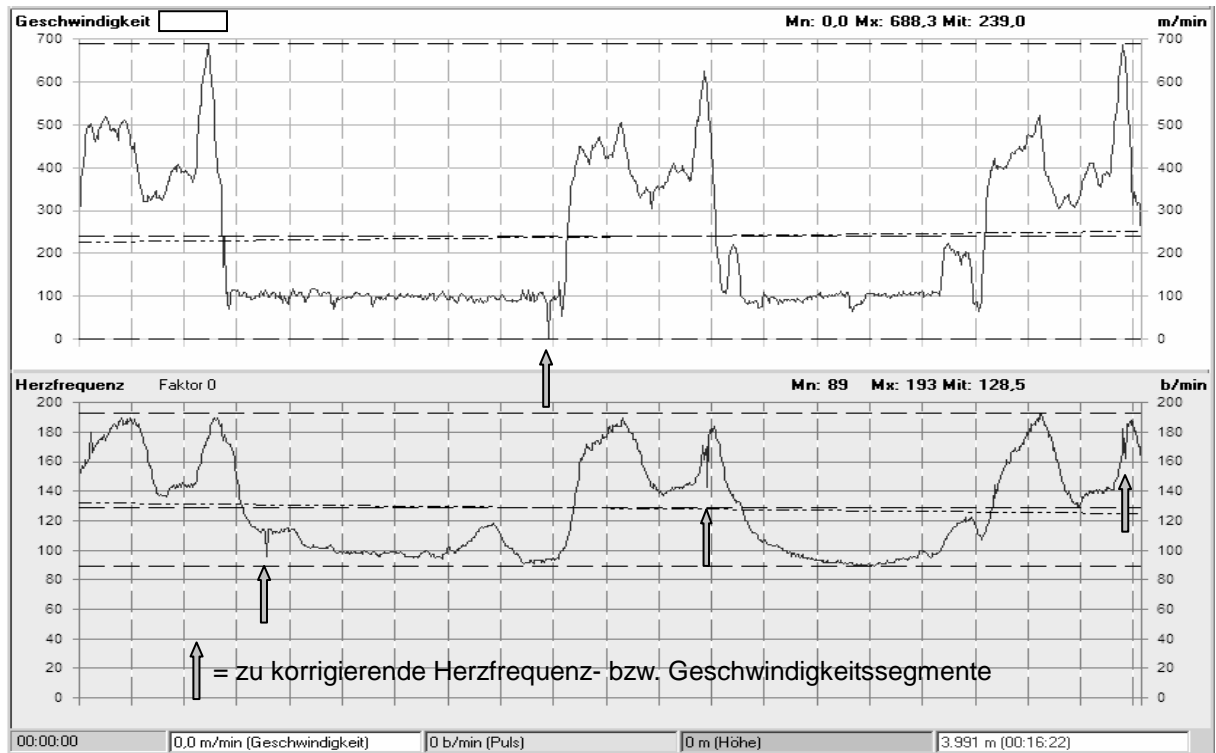


Abb. 2: Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Intervallmethode mit drei Galoppintervallen im zeitlichen Verlauf

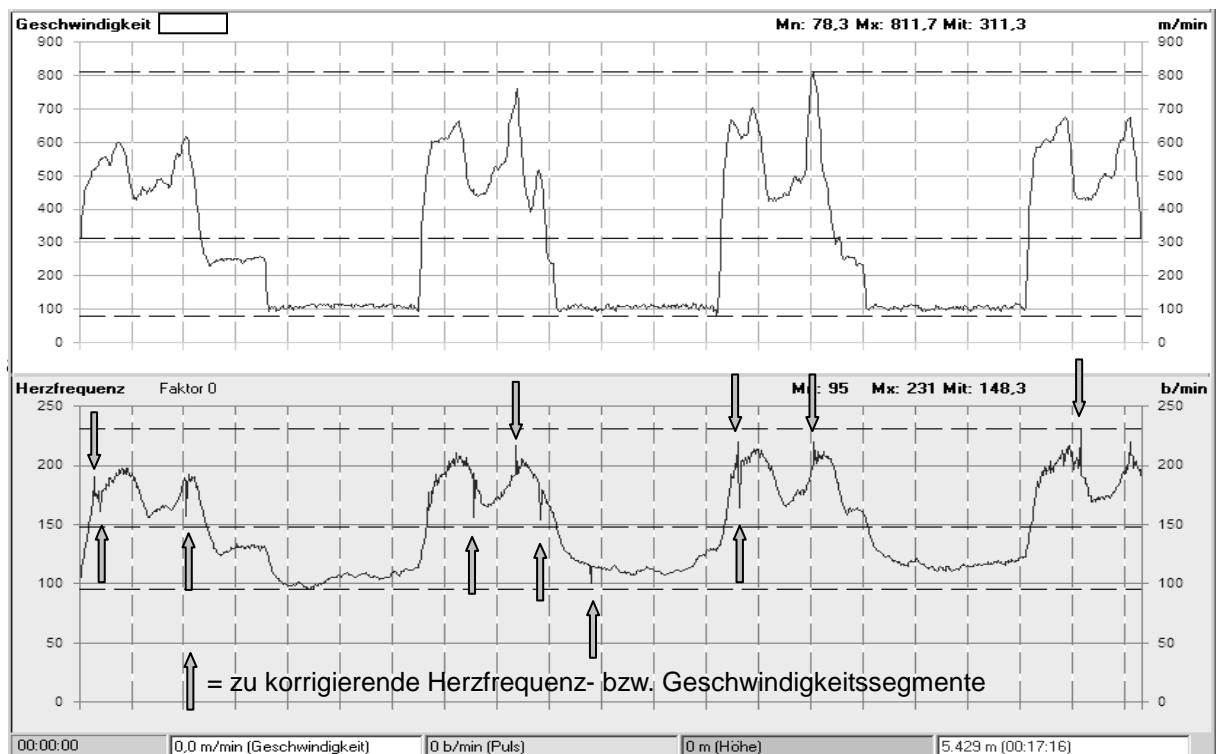


Abb. 3: Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Intervallmethode mit vier Galoppintervallen im zeitlichen Verlauf

Die Abbildungen 2 – 5 zeigen wie die Herzfrequenz- und Geschwindigkeitsdaten mit Hilfe des Softwareprogramms Nav Manager 2.4 EP in grafischer Form dargestellt werden konnten. Da die speziellen Galoppbelastungstrainings selbst bei ähnlichem Aufbau meist nicht exakt die selbe Dauer hatten (s. 4.3.1.1 – 4.3.1.8), lässt sich die vertikale Einteilung der Grafik keiner einheitlichen Zeitspanne zuordnen. Die Gesamtdauer eines jeden Galoppbelastungstrainings lässt sich jedoch im weißen Feld unten rechts ablesen. Die horizontale Einteilung hingegen entspricht jeweils den in der y-Achse angegebenen Werten. Da sowohl die Geschwindigkeits- als auch die Herzfrequenzaufzeichnung sekundengenau erfolgte, sind die entsprechenden Grafiken eines jeden Galoppbelastungstrainings einander direkt zuordenbar. Während die Abbildungen 2 und 3 den typischen Aufbau eines Galoppintervalltrainings widerspiegeln, zeigen die Abbildungen 4 und 5 den Aufbau eines Galopptrainings nach der Dauermethode mit Tempowechseln. Hierbei ist bei Betrachtung der verschiedenen Diagramme zu beachten, dass die Geschwindigkeit bei der Intervallmethode zwischen den einzelnen Galoppintervallen auf ca. 100 m/min heruntergeht, was der Gangart Schritt zuzuordnen ist. Im Gegensatz dazu erreichten die Pferde, die nach der Dauermethode trainiert wurden, während des gesamten Galoppbelastungstrainings keine Geschwindigkeit unter 250 m/min, so dass davon ausgegangen werden kann, dass diese Pferde durchgängig galoppiert sind. Der dennoch kurvenreiche Verlauf, der auch bei der Dauermethode zu erkennen ist, ist auf die Tempowechsel während des Galoppierens zurückzuführen.

Ergebnisse

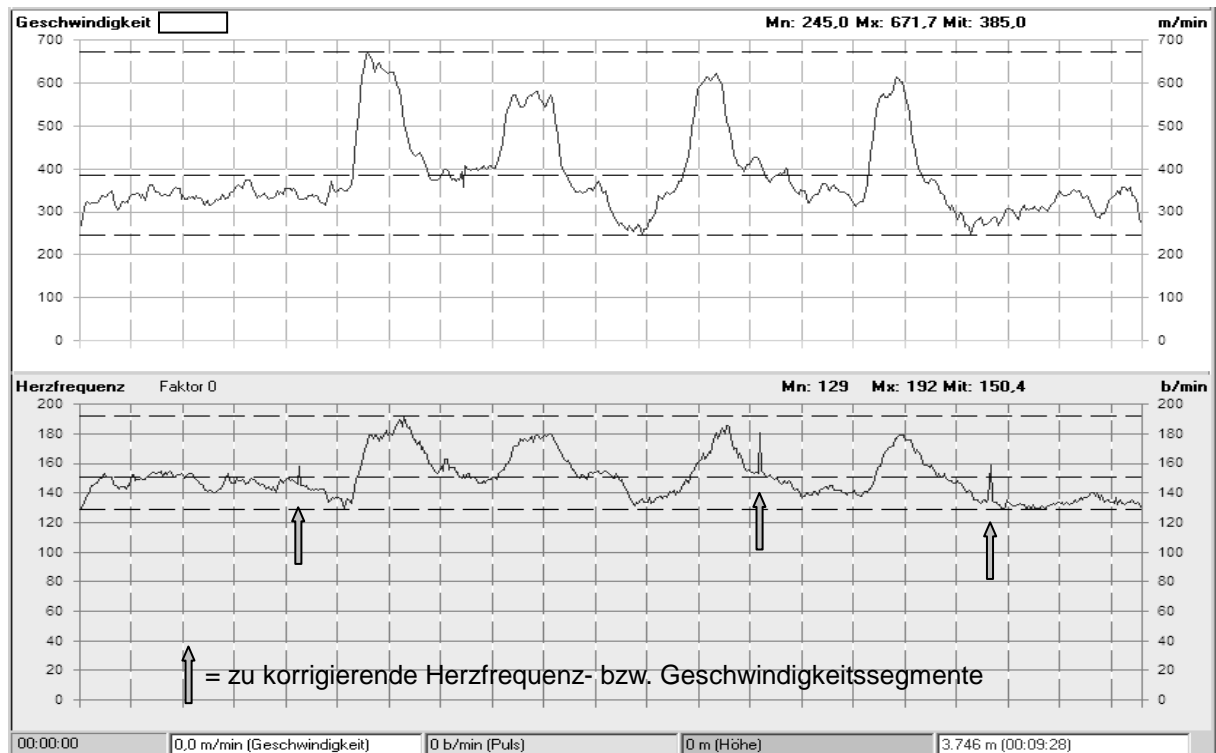


Abb. 4: Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Dauermethode im zeitlichen Verlauf

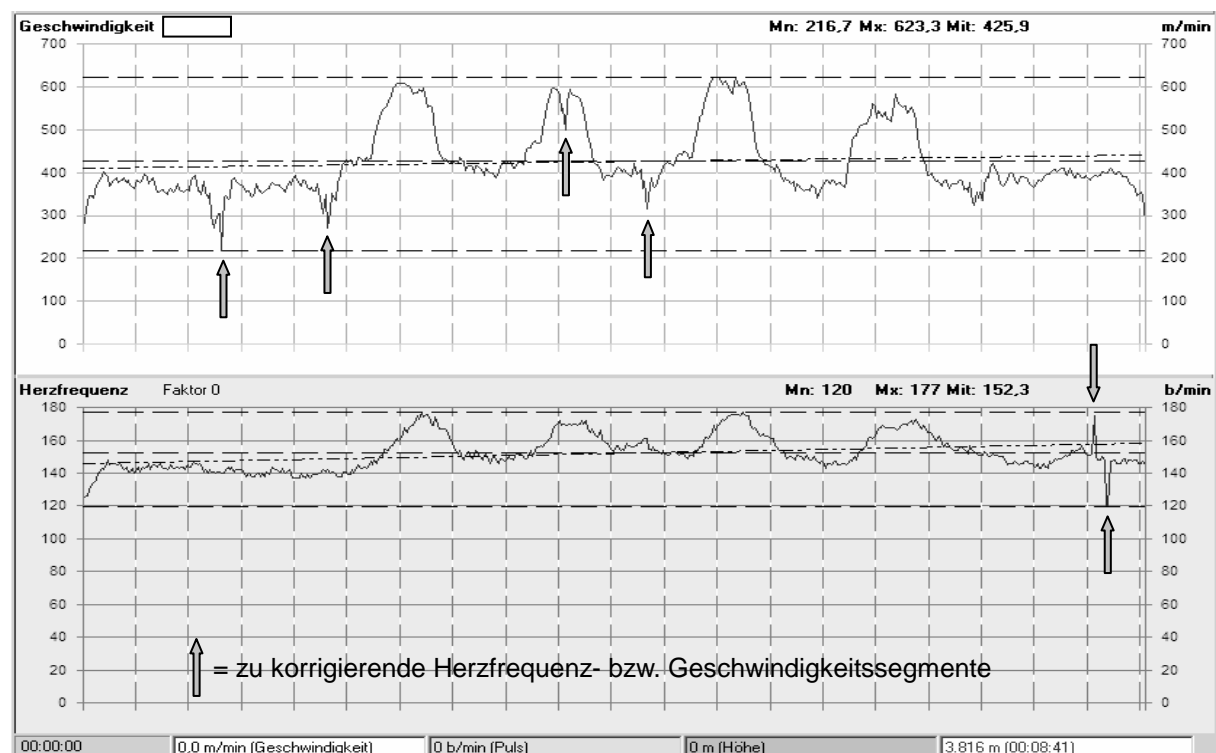


Abb. 5: Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Dauermethode im zeitlichen Verlauf

Insgesamt waren je sechs Galopptrainingsbeprobungen bei zunächst vierzehn Pferden im Laufe der Saison geplant (s. 3.1). Dieser Probandenumfang wurde gewählt, da im Vorfeld bereits damit zu rechnen war, dass einige Pferde auf Grund eintretender Krankheiten oder Verletzungen oder aber auf Grund eines etwaigen Verkaufs nicht kontinuierlich würden beprobt werden können. So schieden fünf Pferde schon nach der ersten bzw. zweiten Beprobung aus. Eines der Pferde wurde nach den ersten zwei Beprobungen verkauft und vier der Pferde konnten aufgrund ihres Trainingsschemas nicht regelmäßig beprobt werden. Diese vier Pferde wurden von dem selben Reiter trainiert und das Galopptraining wechselnd am Berg und im Wattenmeer durchgeführt. Da die Galopptrainingseinheiten an diesen beiden Örtlichkeiten keinem vergleichbaren Aufbau und keiner vergleichbaren Intensität folgten, wäre eine regelmäßige Beprobung an einer der beiden Trainingsstätten unabdingbar gewesen. Der Reiter sah allerdings einen sehr unregelmäßigen Galopptrainingsrhythmus vor und hielt es schließlich trotz Vorbesprechung für ausgeschlossen, die Kriterien über die gesamte Saison erfüllen zu können, was zum Ausschluss aus der Studie führte. Ein sechstes Pferd wurde ausgeschlossen, da ein längerer krankheitsbedingter Ausfall mitten in der Saison die Daten beeinträchtigt haben könnte. Das Pferd stürzte am 29.04.2006 und musste im Anschluss eine Woche pausieren. Da die Verletzung nicht endgültig ausgeheilt war, kam es im weiteren Saisonverlauf zu erneuten Trainingspausen von insgesamt 34 weiteren Tagen, womit ein Ausschlusskriterium dieser Studie erfüllt wurde. Letztlich blieben acht Pferde, bei denen es zu kontinuierlichen Beprobungen kam, so dass sich der Gesamtprobenumfang auf insgesamt 48 Beprobungen hätte belaufen sollen. Sechs dieser Beprobungen konnten jedoch nicht durchgeführt werden, da die zu beprobenden Pferde im geforderten Zeitraum kein Galopptraining absolvierten. Zwei Beprobungen konnten trotz guter Herzfrequenzaufzeichnungen nicht in die Auswertung eingehen, da sich die Rahmenbedingungen zu sehr vom geplanten Standard unterschieden (Tabelle 12). So wurden letztendlich drei der acht Pferde fünfmalig und fünf der acht Pferde sechsmalig beprobt. Zwei der Pferde (Pferd Nr. 1 und Nr. 4) sind nach der fünften Beprobung planmäßig in die Winterpause gegangen, ein Pferd (Pferd Nr. 3) hat den sechsten Trainingsabschnitt verletzungsbedingt nicht mehr absolviert.

Tab. 12: Ausfälle der Galopptrainingsbeprobungen

BEPROBUNGS- NR.	PFERD NR.	BEGRÜNDUNG
2	1	regulär geplante Erholungspause
3	2	andere Galopptrainingsstrecke, daher keine Vergleichbarkeit
4	8	durch Sturz des Reiters kurzfristige Trainingsänderung, kein Galopptraining absolviert
5	2	durch Turnierteilnahme im Ausland war Galopptraining auf vorgegebener Strecke nicht möglich
5	6	einmalig im Pulk galoppiert, daher sehr aufgeregt und Aufzeichnung nicht vergleichbar
6	1	planmäßig vor Probe 6 in Winterpause gegangen
6	3	verletzungsbedingt ausgeschieden
6	4	planmäßig vor Probe 6 in Winterpause gegangen

So verblieben zunächst 40 Herzfrequenzmessungen, von denen vier auf Grund mangelhafter Aufzeichnungsqualität nicht ausgewertet werden konnten. Die verbleibenden 36 Messungen konnten nach individueller Bearbeitung ausgewertet werden, auch wenn es bei vier der Messungen zu Beginn des ersten Galoppintervalls zu Störungen der Aufzeichnungen kam. Des Weiteren kam es in allen Messungen entweder zu ganz vereinzelt oder aber wiederholt auftretenden einzelnen Ausfällen während der Messung. Die Messausfälle während der absolvierten Galoppintervalle sind Tabelle 51 im Anhang zu entnehmen und traten in Form von plötzlichen enormen Zu- oder Abnahmen der Herzfrequenz auf, die meist nur eine, selten einige wenige Sekunden andauerten und anschließend ebenso abrupt in den Herzfrequenzbereich zurückkehrten, der vor der Störung gemessen wurde. Daher wurden alle Messungen während des speziellen Galoppbelastungstrainings (s. 3.2.3.4.1) nach der Übertragung der Originalaufzeichnungen in die

Software Nav Manager 2.4 EP per Hand nachbearbeitet. Hierzu wurden alle Störungen in den Originalaufzeichnungen ermittelt und in den Rohdatentabellen durch den Mittelwert der letzten Herzfrequenz vor der Störung und der ersten Herzfrequenz nach der Störung ersetzt, um Fehlinterpretationen durch Ausreißer zu vermeiden.

Als Störung wurde ein abrupter Herzfrequenzanstieg oder –abfall eingeordnet, wenn innerhalb einer Sekunde eine Zu- bzw. Abnahme von mindestens 20 Schlägen pro Minute verzeichnet worden ist, die nach einer oder einigen wenigen Sekunden wieder in den Ausgangsbereich der gemessenen Herzfrequenz zurückgekehrt ist. Bei Schwankungen in einem Bereich von 12 bis 20 Schlägen pro Minute wurde unter Beachtung der allgemeinen Qualität der Aufzeichnungen, der parallel aufgezeichneten Geschwindigkeiten und anhand der eigenen Beobachtungen des Trainingsablaufs individuell entschieden, ob eine Korrektur erfolgen sollte oder nicht.

Während bei 34 Herzfrequenzmessungen in den meisten Fällen sogar deutlich weniger als 10% der Messwerte (bezogen auf die jeweilige Gesamtzahl der ermittelten Messwerte während der Galoppintervalle) manuell korrigiert werden mussten, fielen zwei Messungen für Pferd Nr. 3 mit 13,93% und 20,33% zu korrigierenden Werten qualitativ deutlich schlechter aus. Daher wurden diese beiden Aufzeichnungen nochmal separat auf ihre Auswertbarkeit hin überprüft. Da die Herzfrequenzkurve in beiden Fällen trotz der Ausfälle eine deutliche Parallelität zur Geschwindigkeitskurve aufwies (s. 2.1.3.2) und die Ausfälle so verteilt waren, dass die zugrunde liegende Herzfrequenzkurve gut zu erkennen war, wurden beide Messungen trotz der hohen Ausfallquote korrigiert und in die weitere Auswertung einbezogen.

4.2 Auswertbarkeit der Geschwindigkeitsaufzeichnungen

Auch bei den Geschwindigkeitsaufzeichnungen kam es zu Ausfällen. Bei drei Messungen war ein Komplettausfall zu verzeichnen. In einem Fall kam es zu einem Totalausfall der Geschwindigkeitsmessung in den letzten 185 Sekunden des letzten Galoppintervalls, so dass hier keine Korrekturen vorgenommen werden konnten. Daher konnte für vier der 36 ausgewerteten Herzfrequenzaufzeichnungen keine

Auswertung der Geschwindigkeit erfolgen. Die durchschnittliche Geschwindigkeit für die Galoppintervalle dieser Beprobungen wurde daher aus der absolvierten Strecke und der benötigten Zeit errechnet.

Bei drei weiteren Messungen der insgesamt 32 auswertbaren Geschwindigkeitsaufzeichnungen setzten die Aufzeichnungen zwar erst kurz vor dem Beginn der Galoppintervalle ein, waren dann aber von konstant guter Qualität. Diese Aufzeichnungen konnten daher für die Beurteilung der Geschwindigkeitsverteilung während des „Warm Ups“ nicht herangezogen werden, das Galoppbelastungstraining an sich und das „Cool Down“ waren aber gut auswertbar. Die übrigen Ausfälle beliefen sich pro Galopptraining auf maximal 5,4% der Messwerte oder weniger und wurden, falls sich die Ausfälle im Bereich des speziellen Galopptrainings (s. 3.2.3.4.1) ereigneten, ebenso wie die Ausfälle der Herzfrequenzen korrigiert, sofern die Störungen nur eine oder einige wenige Sekunden anhielten. Ebenso wie bei den Herzfrequenzkorrekturen wurden die gestörten Werte durch den Mittelwert des letzten Wertes vor dem Ausfall und des ersten Wertes nach dem Ausfall ersetzt. Für zwölf der Aufzeichnungen waren keine Ausfälle zu verzeichnen.

Die auswertbaren Geschwindigkeits- und Streckenaufzeichnungen zeigten, dass die einzelnen Intervalle im Rahmen der vorliegenden Studie zwischen einigen hundert Metern und mehreren Kilometern lang waren und regelmäßig Geschwindigkeitsspitzen von über 900 m/min erreicht wurden. Das absolute Maximum lag bei 956,7 m/min (Pferd Nr. 7), das Minimum bei 611,7 m/min (Pferd Nr. 1). Die zwischen den einzelnen Intervallen liegenden Pausen dauerten einige Sekunden bis mehrere Minuten, in denen die Pferde mit niedriger Geschwindigkeit weiter bewegt wurden, um zumindest eine Teilerholung zu erreichen.

4.3 Auswertbarkeit der Trainingsprotokolle

Der Studie zu Grunde lag eine kontinuierliche und detaillierte Erfassung der absolvierten Trainingseinheiten aller beprobten Pferde (s. 3.2.3.2), um etwaige Herzfrequenzveränderungen während der wiederholt beprobten Galopptrainings mit dem Arbeitspensum eines jeden Pferdes in Verbindung setzen zu können. Zur

Übersicht und zum Vergleich der Pferde untereinander wurden zunächst die prozentualen Anteile der verschiedenen Trainingsinhalte ermittelt (s. 4.3.1) und anschließend die Belastungspunkte für die einzelnen Pferde nach dem Score-Schema errechnet (s. 3.2.3.3) bzw. 4.3.2).

Auf Grund der nur sehr sporadisch vorliegenden Angaben zur Bodenbeschaffenheit konnte diese in die Auswertung der zwischen zwei Beprobungen liegenden Trainingsabschnitte nicht einbezogen werden.

4.3.1 Vergleichbarkeit der absolvierten Trainingsinhalte

Um die im Laufe der Saison absolvierten Trainingsinhalte zu vergleichen wurde prozentual ermittelt, wie häufig die einzelnen Pferde welche Trainingsinhalte absolviert haben (Tabelle 13). Hierbei fand lediglich die Anzahl der einzelnen Trainingseinheiten Berücksichtigung, nicht aber die Dauer.

Die Trainingsinhalte PD (Prüfung Dressur), PS (Prüfung Springen) und PG (Prüfung Gelände) wurden den jeweiligen Disziplinen zugerechnet und zusätzlich zu einer Gesamtsumme TU (Turnier) zusammengezogen, die der Übersichtlichkeit dient (Tabelle 14). Des Weiteren wurden die Trainingsinhalte LO (Longe), LA (Leichte Arbeit) und DR (Dressur) zur „dressurmäßigen Arbeit“ (DA) und die Trainingsinhalte SC (Stangen- und Cavalettitraining), ES (Einzelsprünge) und SP (Springen) zum „Training über Sprünge“ (TS) zusammengezogen. Die Inhalte SO (Sonstiges) und KO (Koppel) wurden im folgenden Vergleich nicht berücksichtigt, da sie für die Konditionierung der Pferde nur eine untergeordnete Rolle spielen (s. 3.2.3.3). Kurze Erläuterungen für die Trainingsinhalte sind Kapitel 3.2.3.2, Tabelle 4 zu entnehmen.

Tab. 13: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte

TRAININGS- INHALT	PF. NR 1	PF. NR 2	PF. NR 3	PF. NR 4	PF. NR 5	PF. NR 6	PF. NR 7	PF. NR 8	MW	SD
LO	0,7	6,2	1,3	7,1	10,3	12,4	5,6	6,2	6,23	3,98
LA	4,3	4,8	0	22,4	11,5	8,2	5,6	4,6	7,68	6,80
DR	33,7	28,4	29,2	23,1	18,8	27,3	36,7	35,8	29,1	6,21
SC	0	0	0	0	1,1	1,5	4,0	4,6	1,40	1,89
ES	0	0	0	0	0,4	0,4	0	0	0,10	0,19
SP	10,2	5,6	12,6	12,7	9,7	9,7	14,6	16,8	11,5	3,45
GS	4,7	4,6	6,3	7,8	4,3	3,7	7,4	6,7	5,69	1,55
GT	7,9	6,2	17,5	10,3	3,8	3,0	9,5	7,7	8,24	4,52
LB	0	0	0	0	12,6	12,0	0	0	3,08	5,70
FM	0	18,6	0	7,1	17,2	11,6	0	0	6,81	8,07
ST	2,9	0	2,5	0	0	0	1,6	1,5	1,06	1,22
AU	35,7	25,7	31,3	9,6	10,3	10,1	15,1	16,2	19,3	10,3

PF. Pferd, NR Nummer, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, LO Longe, LA Leichte Arbeit, DR Dressur, SC Stangen- und Cavalettitraining, ES Einzelsprünge, SP Springen, GS Geländesprünge, GT Galopptraining, LB Laufband, FM Führmaschine, ST Schrittttraining, AU Ausritt, DA dressurmäßige Arbeit, TS Training über Sprünge, TU Turnier

Tab. 14: Anteile der dressurmäßigen Arbeit (DA), des Trainings über Sprünge (TS) und der Teilnahme an Turnieren am gesamten Trainingspensum

TRAININGS- INHALT	PF. NR 1	PF. NR 2	PF. NR 3	PF. NR 4	PF. NR 5	PF. NR 6	PF. NR 7	PF. NR 8	MW	SD
DA	38,7	39,4	30,5	52,6	40,6	47,9	47,9	46,6	43,0	7,04
TS	10,2	5,6	12,6	12,7	11,2	11,6	18,6	21,4	13,0	4,93
TU	13,6	8,1	18,8	9,6	8,4	4,5	19,8	19,2	13,8	5,94

Beim Vergleich der Trainingsdaten (s. Tabelle 13 und 14) fällt auf, dass der Anteil an dressurmäßiger Arbeit (LO, LA und DR) bei allen Probanden einen hohen prozentualen Anteil der Arbeit einnahm mit einem Minimum von 30,5% (Pferd Nr. 3) und einem Maximum von 52,6% (Pferd Nr. 4). Ähnlich hohe Werte wurden lediglich von drei Pferden für das Ausreiten erzielt (Pferd Nr. 1: 35,7%, Pferd Nr. 2: 25,7% und Pferd Nr. 3: 31,3%), wobei der hohe prozentuale Anteil an Ausritten für Pferd Nr. 1 auf die Trainingsreduktion im Mai zurückzuführen ist, in der Pferd Nr. 1 ausschließlich ausgeritten wurde (s. 4.1, Tabelle 1).

Der Anteil des Trainings über Sprünge (SC, ES und SP) erreichte Werte von 5,6% (Pferd Nr. 2) bis 21,4% (Pferd Nr. 8) und variierte somit sehr stark. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Notwendigkeit des Springtrainings vom Erfahrungspotential und dem Springtalent des Pferdes abhängig ist. Für ein routiniertes und gut springendes Pferd reichen wenige Trainingseinheiten, um den Leistungsstand zu halten, während ein unerfahrenes Pferd wie Pferd Nr. 8 oder ein nachlässiges Pferd intensiver auf die Springprüfungen der Turniere vorbereitet werden muss.

Der Anteil an Geländesprüngen fiel für alle Pferde mit maximal 7,8% (Pferd Nr. 4) insgesamt erwartungsgemäß sehr gering aus, da das Absolvieren von Geländesprüngen auf Grund der feststehenden Hindernisse ein erhöhtes Verletzungsrisiko birgt. Daher werden Vielseitigkeitspferde in großem Maße über Prüfungen aufgebaut, so dass Geländesprünge im Training häufig nur im Rahmen von Lehrgängen zusätzlich absolviert werden. Ein ausschließliches Absolvieren von Geländesprüngen im Rahmen von Turnieren erfolgte nur bei Pferd Nr. 3.

Besondere Beachtung finden sollte der stark variierende Anteil an Galopptrainings von 3,0% (Pferd Nr. 6) bis 17,5% (Pferd Nr. 3) bezogen auf das Gesamttraining, da das Galopptraining als besonderes Konditionsaufbautraining des Vielseitigkeitspferdes von großer Bedeutung ist und im Hauptinteresse der hier vorliegenden Arbeit liegt. Es fällt auf, dass die drei Pferde mit den geringsten Prozentanteilen am Galopptraining die höchsten Prozentanteile an Konditionseinheiten im Schritt und Trab (LB, FM und ST) absolvierten (Pferd Nr. 2: 18,6%, Pferd Nr. 5: 29,8% und Pferd Nr. 6: 23,6%). Der Maximalwert an Konditionseinheiten im Schritt und Trab der

verbleibenden fünf Pferde lag mit 7,1% (Pferd Nr. 4) und darauf folgend lediglich noch maximal 2,9% (Pferd Nr. 1) deutlich tiefer.

Auch die prozentuale Teilnahme an Turnieren schwankte stark von 4,5 bis 19,8%. Die hohen Maximalwerte für die Pferde Nr. 1, 7 und 8 (13,6 bis 19,8%) sind darauf zurückzuführen, dass diese Pferde zusätzlich zur Teilnahme an Vielseitigkeitsturnieren regelmäßig auf Dressur- und Springturnieren vorgestellt wurden, während Pferd Nr. 3 den hohen Prozentsatz an Turnierteilnahmen (18,8%) ausschließlich über Vielseitigkeitsturniere erreicht hat, dafür jedoch keine zusätzlichen Geländesprünge im Training absolvierte (s.o.).

Zusammenfassend lässt sich der Trainingsaufbau der beprobten Pferde in zwei Gruppen gliedern. Die Pferde der „Konditionsgruppe Galopp“ absolvierten mit 7,7 bis 10,3% einen höheren Anteil an Galopptrainings als die „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ (3,0 bis 6,2%). Der Anteil an Konditionseinheiten im Schritt und Trab fiel mit 1,5 bis 7,1% jedoch deutlich geringer aus als bei der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ (18,6 bis 29,8%).

Die Abbildungen 6 – 13 zeigen die prozentuale Verteilung der Trainingsschwerpunkte in Diagrammform. Zur Veranschaulichung sind die Abbildungen nach der Zugehörigkeit der Pferde in die jeweilige Konditionsgruppen sortiert. Die y-Achse gibt die prozentualen Anteile der verschiedenen Trainingsinhalte an und reicht von 0 – 60%, auf der x-Achse sind die verschiedenen Trainingsschwerpunkte der Legende entsprechend angeordnet.

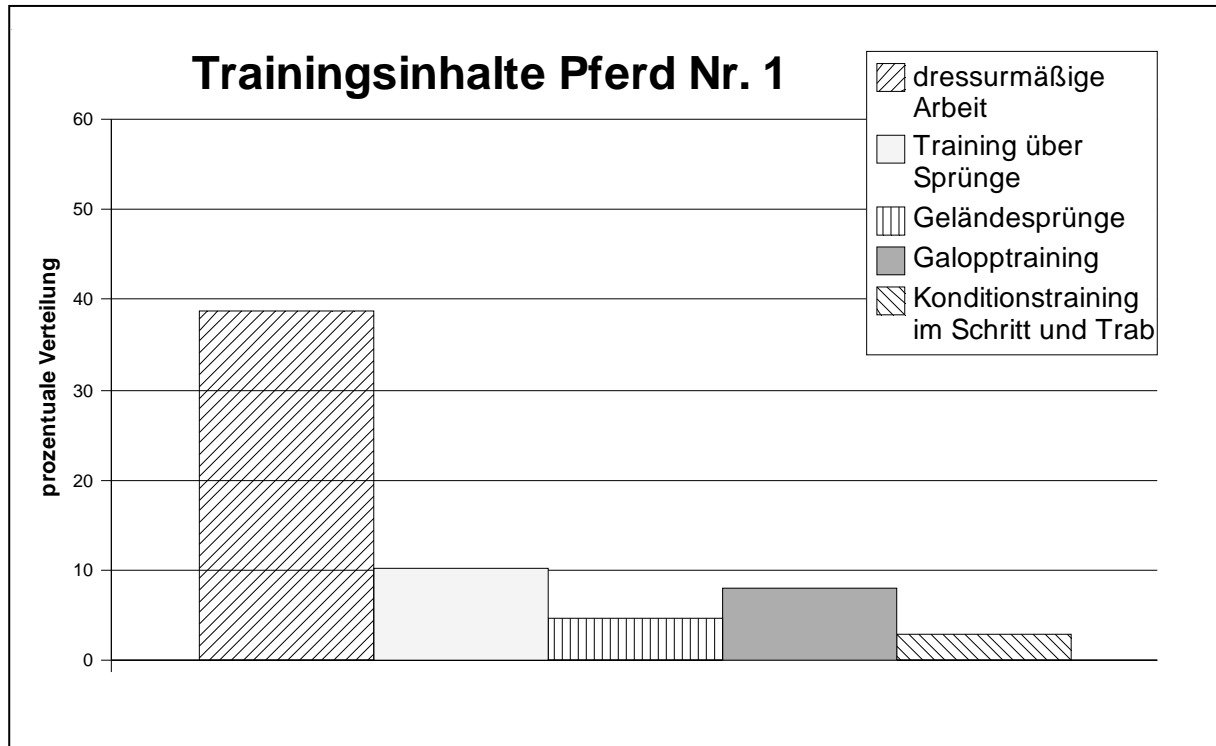


Abb. 6: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 1 (ohne Ausritt)

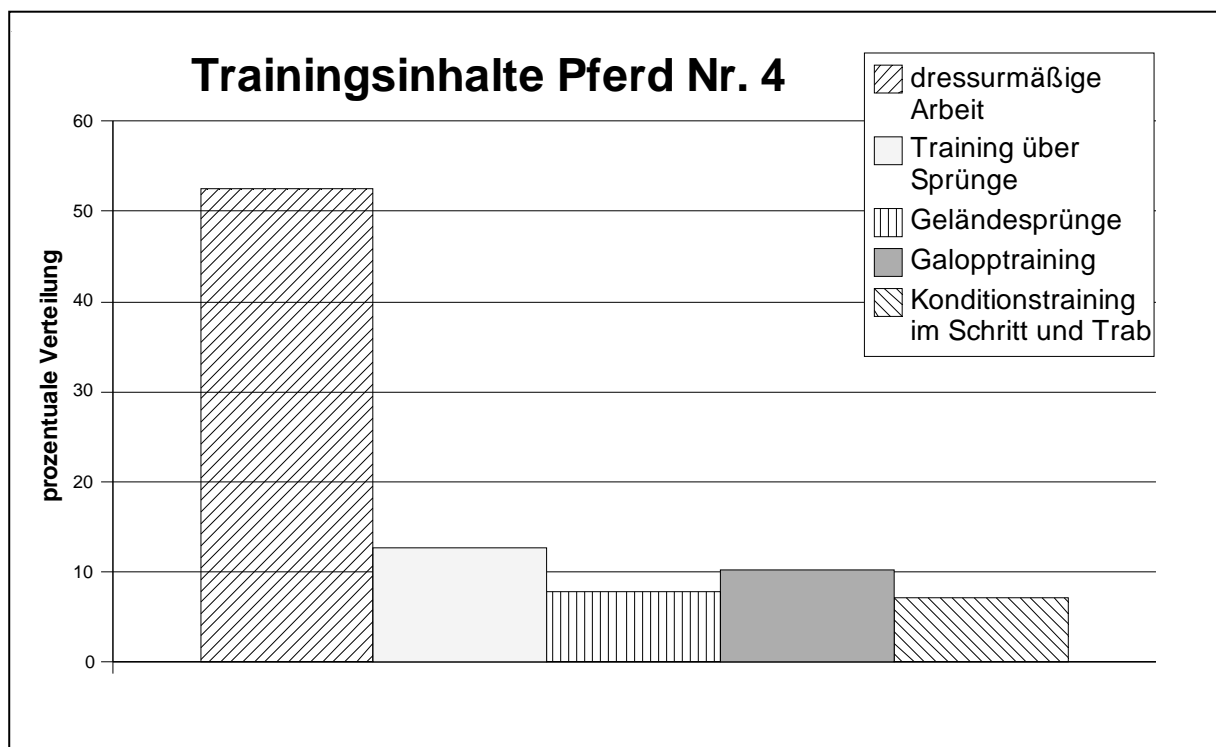


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 4 (ohne Ausritt)

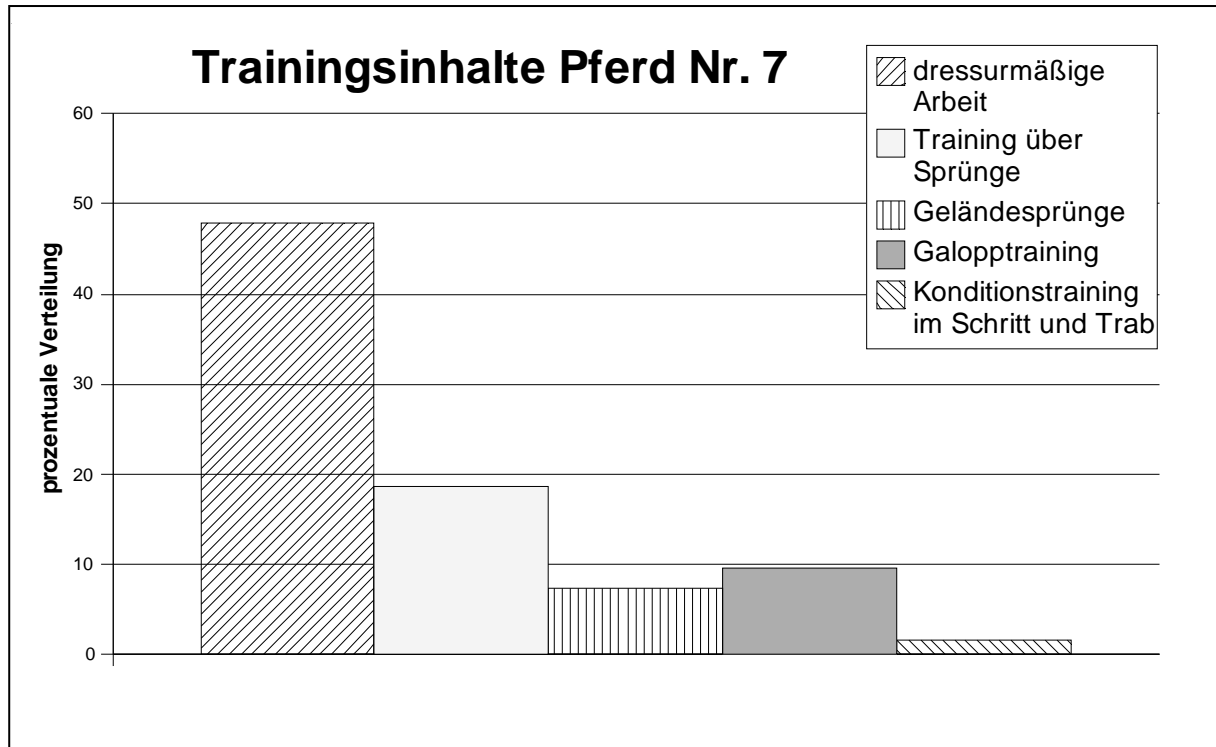


Abb. 8: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 7 (ohne Ausritt)

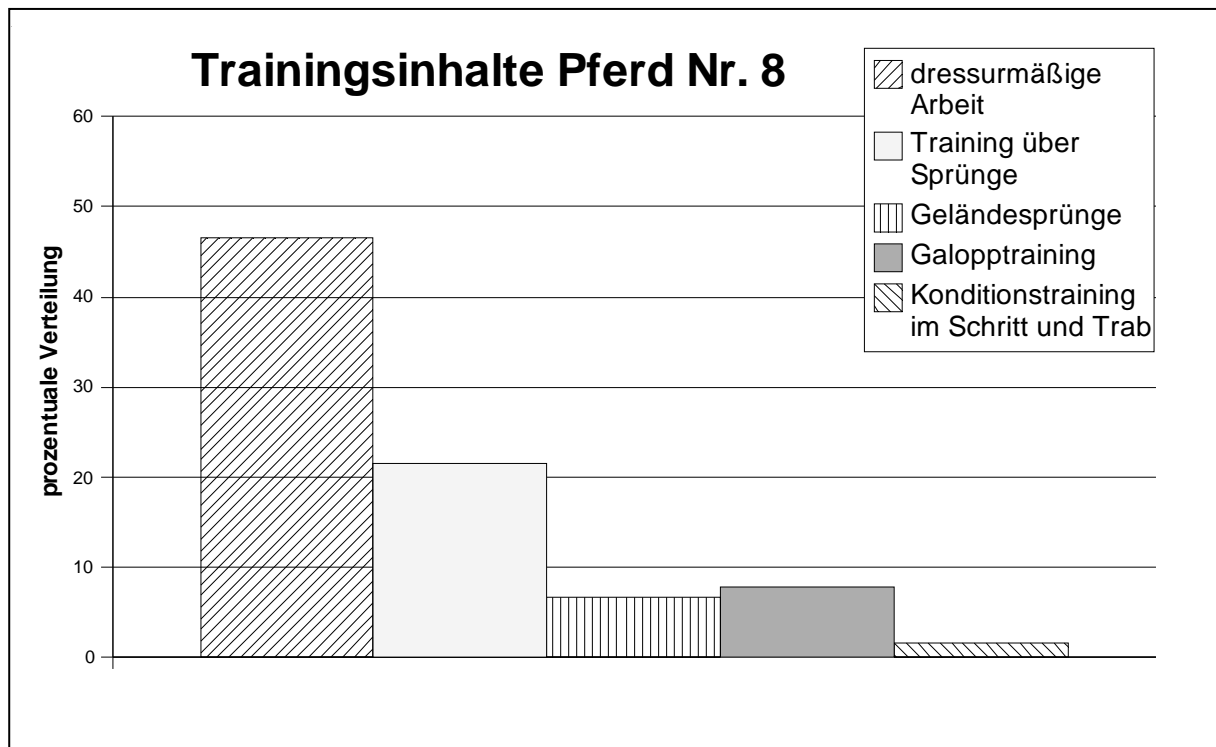


Abb. 9: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 8 (ohne Ausritt)

Die Pferde Nr. 1, 4, 7 und 8 („Konditionsgruppe Galopp“) absolvierten alle einen hohen Anteil an dressurmäßiger Arbeit (38,7 bis 52,6%), während sich der Anteil an Galopptrainings (7,7 bis 10,3%) im mittleren Rahmen hielt und die Anteile an Konditionseinheiten im Schritt und Trab (1,5 bis 7,1%) sehr gering ausfielen. Bezüglich der Turnierteilnahmen kam es zu Schwankungen von 9,6 bis 19,8%, die oben bereits näher erläutert wurden.

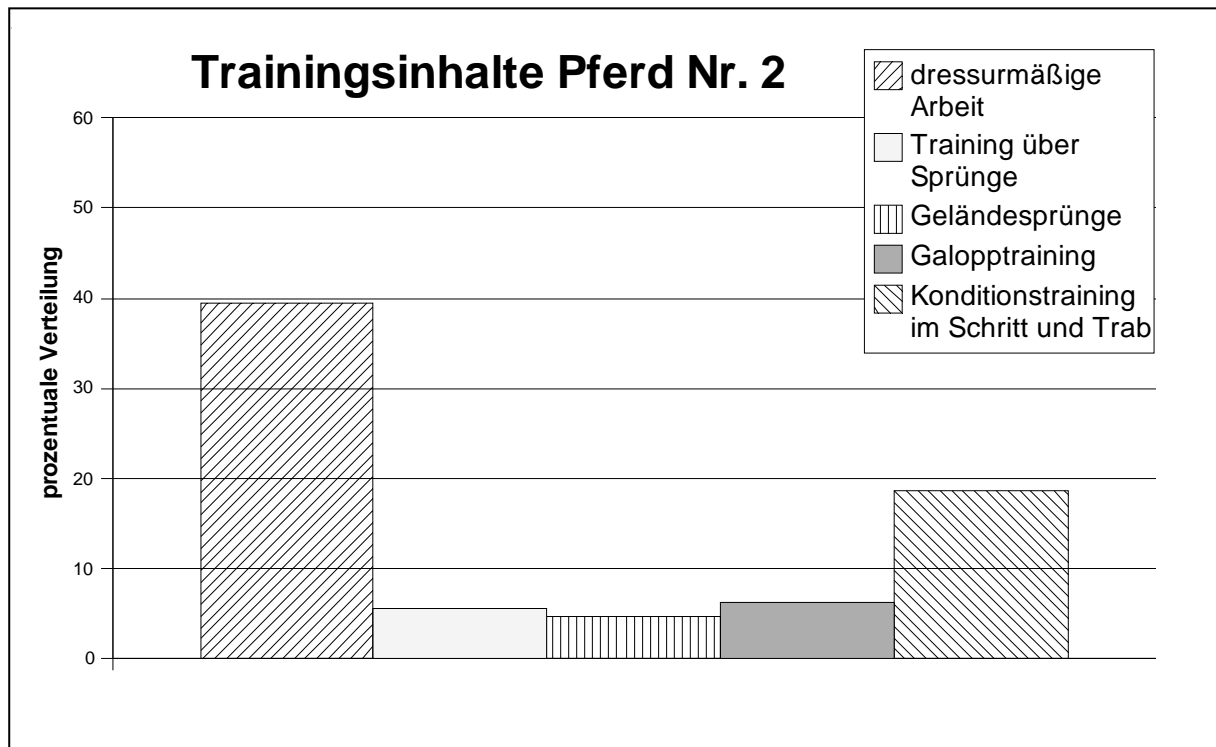


Abb. 10: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 2 (ohne Ausritt)

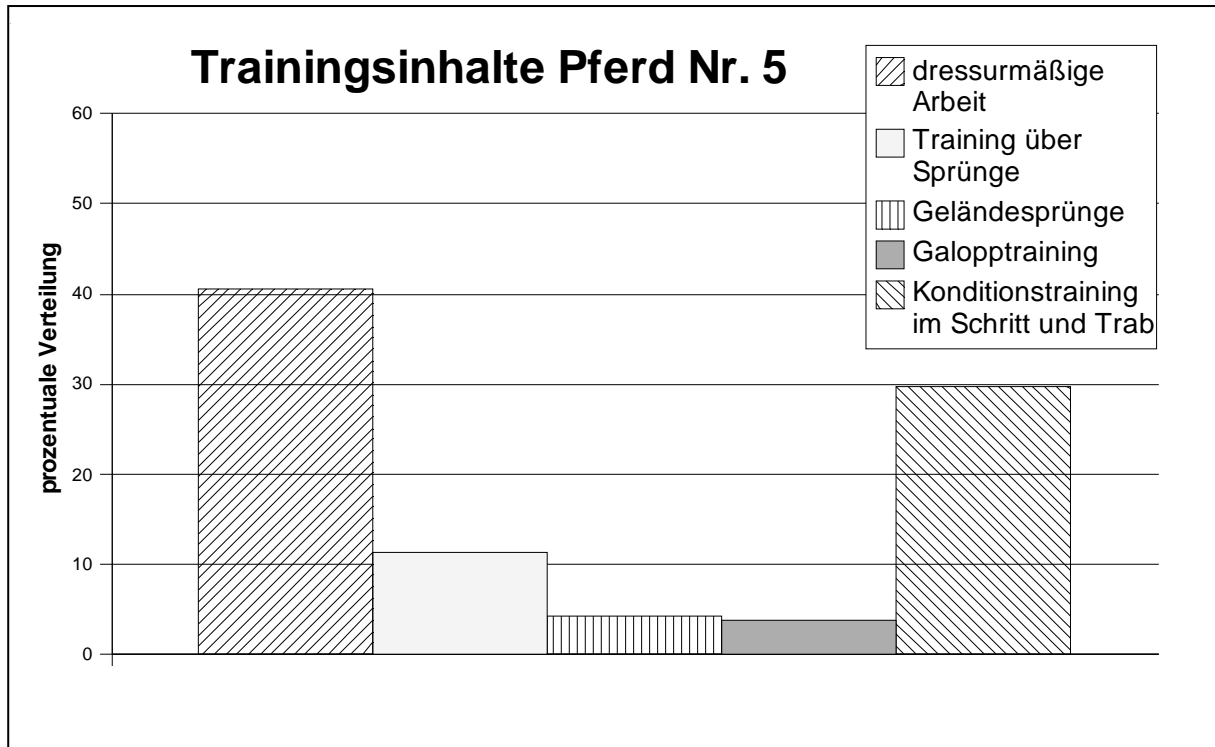


Abb. 11: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 5 (ohne Ausritt)

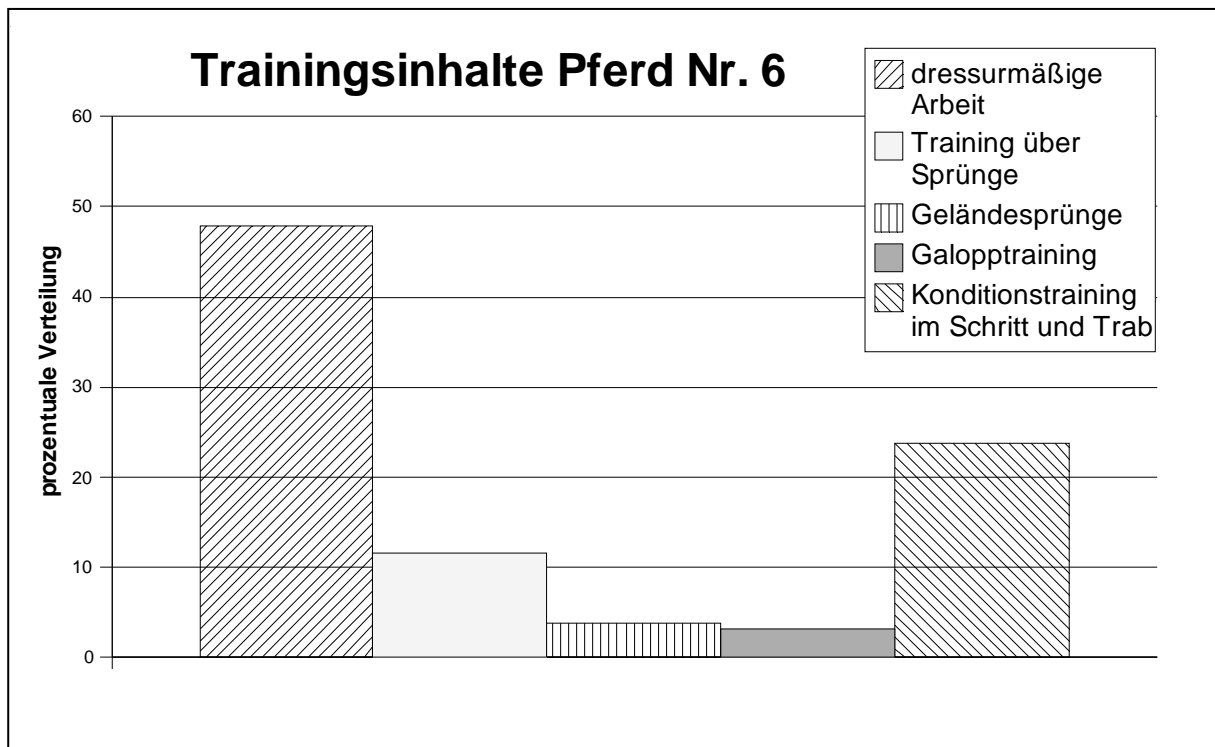


Abb. 12: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 6 (ohne Ausritt)

Die Pferde Nr. 2, 5 und 6 („Konditionsgruppe Schritt und Trab“) wiederum lagen bezüglich der dressurmäßigen Anteile mit 39,4 bis 47,9% im selben Bereich wie die erste Pferdegruppe, absolvierten aber mit 3,0 bis 6,2% etwas geringere Prozentanteile an Galopptrainings und mit 18,6 bis 29,8% deutlich höhere Prozentanteile an Konditionseinheiten im Schritt und Trab. Die Teilnahme an Turnieren erreichte für diese zweite Pferdegruppe die niedrigsten Anteile mit 4,5 bis 8,4%.

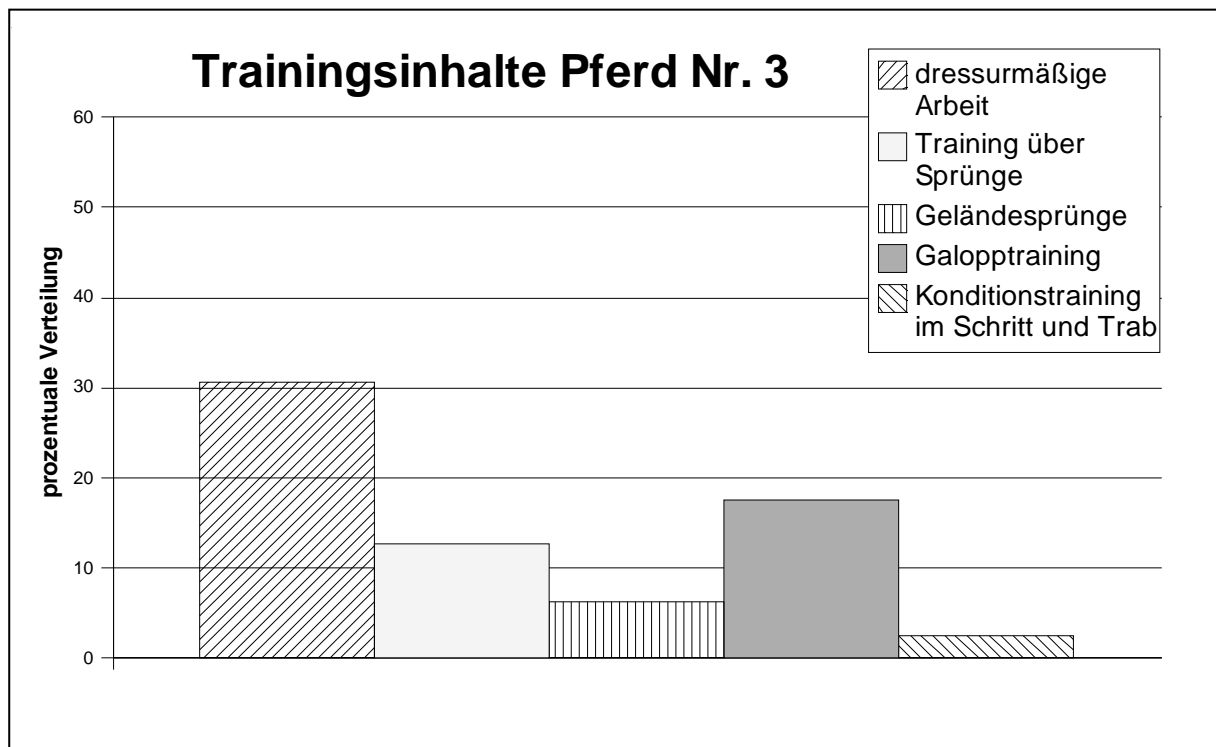


Abb. 13: Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 3 (ohne Ausritt)

Pferd Nr. 3 stellt einen Sonderfall dar und absolvierte mit 30,5% einen geringeren Anteil an dressurmäßiger Arbeit, dafür aber mit 17,5% den deutlich höchsten Anteil an Galopptrainings. Auch die Turnierteilnahme lag mit 18,8% in einem sehr hohen Bereich. Die prozentualen Trainingseinheiten zum Konditionsaufbau im Schritt und Trab lagen hingegen mit 2,5% in einem ähnlichen Bereich wie bei der ersten Pferdegruppe.

4.3.2 Auswertung der Trainingsprotokolle nach dem Score-Schema

Um die Intensität der geleisteten Arbeit insgesamt und zwischen zwei Beprobungen beurteilen zu können, wurde ein Score-Schema erstellt (s. 3.2.3.3), mit dessen Hilfe die Angaben aus den Trainingsprotokollen in Belastungspunkte umgerechnet wurden. Hierbei zeigte sich, dass die Pferde im Rahmen der zwischen zwei Messzeitpunkten liegenden Trainingsabschnitte durchschnittliche Tagesgesamtskummen zwischen 4,7 (Pferd Nr. 3) und 11,7 (Pferd Nr. 1) erreichten (Tabelle 15), wobei der Gesamtmittelwert bei 8,6 \pm 1,2 Punkten lag. Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Tagesgesamtskummen über die gesamte Saison fällt auf, dass sechs der acht beprobten Pferde mit Mittelwerten zwischen 8,5 \pm 1,5 und 9,7 \pm 2,4 ein ähnlich intensives Arbeitspensum absolviert haben. Lediglich Pferd Nr. 3 ist mit einem Mittelwert von 6,2 \pm 1,3 durchschnittlich deutlich weniger intensiv gearbeitet worden, Pferd Nr. 5 liegt mit einem Mittelwert von 7,7 \pm 1,1 zwischen dem Ausreißer und der übrigen Gruppe.

Tab. 15: Auswertung der Trainingsprotokolle nach dem Score-Schema zwischen den einzelnen Galopptrainingsbeprobungen

PFERD NR.	DURCHSCHNITTliche TAGESSUMME							
	BIS ZUR 1.	1. – 2.	2. - 3.	3. - 4.	4. - 5.	5. - 6.	MW	SD
1	11,7	7,4	6,8	11,2	11,4	-	9,7	2,4
2	9,8	9,8	10,2	8,0	10,1	10,2	9,7	0,9
3	7,9	6,8	6,4	4,7	5,3	-	6,2	1,3
4	9,6	10,8	6,7	9,8	9,8	-	9,3	1,5
5	8,1	8,9	6,2	7,7	8,8	6,6	7,7	1,1
6	8,8	8,5	6,2	9,2	10,5	7,5	8,5	1,5
7	9,5	9,8	8,3	11,0	8,1	7,1	9,0	1,4
8	-	9,7	9,0	10,7	8,7	7,1	9,0	1,4
MW	9,4	9,0	7,5	9,0	9,1	7,7		
SD	1,3	1,3	1,5	2,2	1,9	1,4		

NR. Nummer, MW Mittelwert, SD Standardabweichung

Bei Betrachtung des Verlaufs der durchschnittlichen Tagessummen über die gesamte Saison fällt auf, dass sieben der acht an der Studie teilnehmenden Pferde mit einem ähnlichen Intensitätsniveau in die Saison gestartet sind. Lediglich Pferd Nr. 1 fällt durch höhere durchschnittliche Tagessummen vor der ersten und zwischen der dritten bis fünften Beprobung auf, ist aber zu diesen Zeitpunkten auch auf besonders anspruchsvolle Turniere vorbereitet worden. Die niedrigeren Tagessummen zwischen der ersten und der dritten Beprobung hingegen spiegeln die Trainingsreduktion nach dem ersten Saisonhöhepunkt für Pferd Nr. 1 wider (s. 4.2, Tabelle 1). Pferd Nr. 3 hingegen fällt durch besonders niedrige Tagessummen auf, die im Laufe der Saison immer weiter abfallen und sich somit immer deutlicher von den Tagessummen der übrigen Probanden entfernen. Abgesehen von Pferd Nr. 3 und Pferd Nr. 5, das geringgradig niedrigere durchschnittliche Werte über die Saison

erreichte, wurden die im Rahmen dieser Studie beprobten Pferde jedoch auf einem ähnlichen durchschnittlichen Niveau trainiert, wobei der höchste Mittelwert der durchschnittlichen Tagessumme aller Pferde von 9,4 direkt zur ersten Beprobung hin erreicht wurde. Anschließend kam es zu einer durchschnittlichen Trainingsreduktion, der ein erneuter Anstieg zwischen der dritten und der fünften Beprobung und wiederum ein Abfall zur sechsten Beprobung hin folgten (s. Abbildung 14).

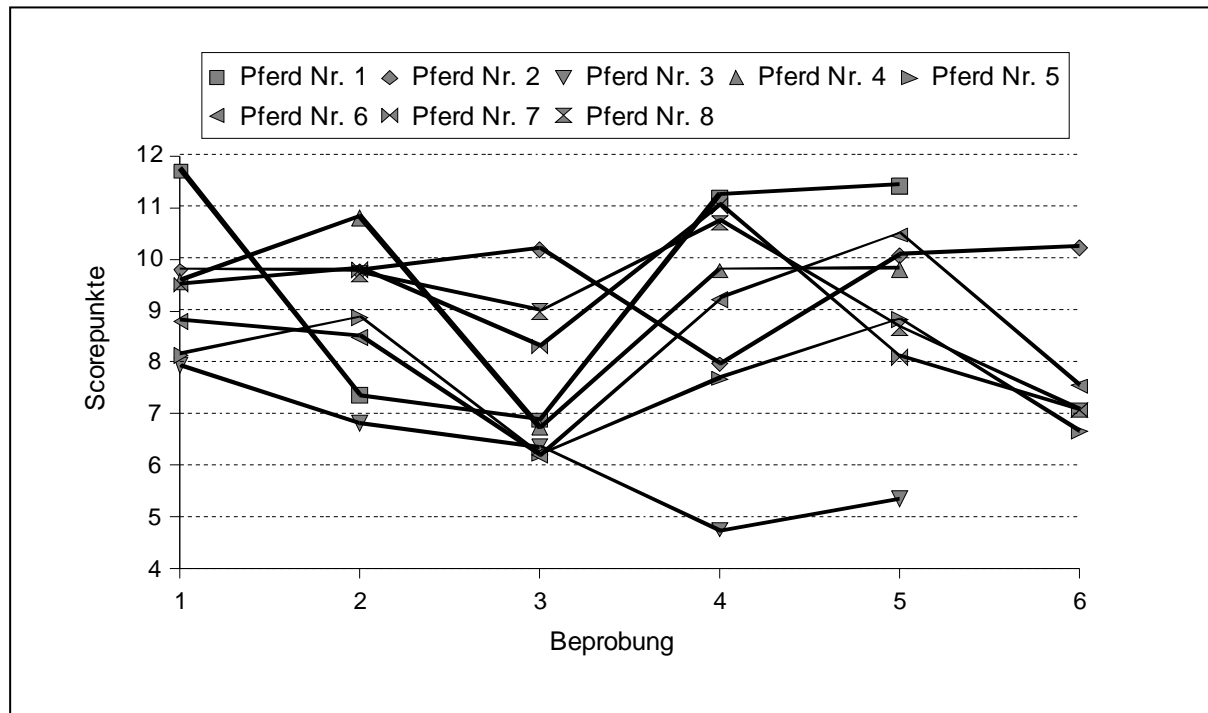


Abb. 14: Verlauf der durchschnittlichen Tagessummen der Scorepunkte für das Training zwischen den Messzeitpunkten

4.4 Vergleich der Bedingungen während der Galopptrainings

Da es sich bei dieser Studie um einen Feldversuch handelt, muss zunächst untersucht werden, inwiefern sich die tatsächlichen Bedingungen während der einzelnen Beprobungen ähnelten, um eine Aussage darüber treffen zu können, wie vergleichbar die ermittelten Herzfrequenzparameter tatsächlich sind bzw. inwiefern Korrekturfaktoren berücksichtigt werden müssen. Hierzu werden zum einen die Belastungsintensitäten der einzelnen Galopptrainings verglichen (s. 4.4.1), zum anderen werden die Umweltparameter näher betrachtet (s. 4.4.2).

4.4.1 Vergleich der Belastungsintensität

Trotz der vorherigen Absprachen mit den Reitern (s. 3.2.3.4.1) wurde das Gleichmaß des Trainingsaufbaus im Rahmen der Galopptrainingsbeprobungen nicht immer eingehalten. Einzelne Reiter hielten es für unabdingbar, die Pferde während der Beprobung unterschiedlich intensiv zu trainieren, da auch die Anforderungen im Laufe der Saison unterschiedlich hoch waren. Um dennoch eine aussagekräftige statistische Auswertung zu ermöglichen, wurden die zurückgelegte Strecke, die Galoppdauer und die absolvierten Höhenmeter während der Galoppintervalle als Einflussgrößen in die statistische Auswertung einbezogen (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5).

4.4.1.1 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 1

Für Pferd Nr. 1 fanden insgesamt vier der geplanten sechs Beprobungen statt, wobei alle Probennahmen auf demselben Trainingsgelände durchgeführt wurden. Alle Galopptrainings fanden nach dem Prinzip der Intervallmethode statt, unterschieden sich aber teilweise sowohl in der Anzahl als auch der Wegführung und der Länge der einzelnen absolvierten Galoppintervalle. Die zweite geplante Beprobung konnte nicht durchgeführt werden, da sich das Pferd dem Wunsch des Reiters entsprechend planmäßig in einer Trainingspause befand. Zum Zeitpunkt der sechsten Beprobung befand sich Pferd Nr. 1 bereits regulär in der Winterpause (s. 4.1, Tabelle 12).

Der Aufbau des Warm Ups (WU, s. 3.2.3.4.1) folgte immer einem ähnlichen Schema und variierte in seiner Länge nur geringgradig, das Cool Down (CD, s. 3.2.3.4.1) folgte ebenfalls einem ähnlichen Aufbau, variierte in seiner Länge jedoch etwas deutlicher (s. Tabelle 16). Die Anzahl der absolvierten Galoppintervalle variierte zwischen zwei und drei, die Dauer belief sich bei drei Probennahmen auf einen relativ einheitlichen Umfang zwischen 04:28 Minuten und 05:08 Minuten, lediglich eine Beprobung (Nr. 4) wies einen deutlich höheren Umfang von 07:57 Minuten auf.

Tab. 16: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 1, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	27:08	07:14	04:28	2	18:19
2	-	-	-	-	-
3	26:51	10:42	04:40	2	20:14
4	32:50	17:14	07:57	3	11:19
5	30:22	09:09	05:08	3	14:04
6	-	-	-	-	-

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Um die variierende Belastungsintensität während der einzelnen Galopptrainings beurteilen zu können, wurden die zurückgelegte Streckenlänge, die durchschnittliche Geschwindigkeit (in m/min) und die absolvierten Höhenmeter während der Galoppintervalle entsprechend des Score-Schemas „Belastung“ bewertet (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5).

Bei der Betrachtung der Trainingsdaten von Pferd Nr. 1 (Tabelle 17) fällt auf, dass die Streckenlänge in drei der vier Fälle einen sehr ähnlichen Umfang aufwies (2202 – 2285 Meter) und nur in einem Fall (Beprobung 4) mit 2881 Metern etwas nach oben abwich. Ähnlich verhielt es sich mit den durchschnittlichen Geschwindigkeiten, jedoch lag hier der Schwerpunkt auf den höheren Werten (445 – 493 m/min), während Beprobung 4 nach unten abwich (362 m/min). Durch die deutlich geringere Geschwindigkeit im Rahmen der vierten Beprobung liegt die Gesamtpunktsumme für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) bei den Beprobungen 1, 2 und 5 mit 3 Punkten etwas höher als die Gesamtpunktsumme für Beprobung 4 (2,5 Punkte). Auch bezüglich der Höhenmeter fiel Beprobung 4 etwas aus dem Rahmen und wies mit 114 absolvierten Höhenmetern das Maximum für Pferd Nr. 1 auf. Die drei übrigen Beprobungen steigerten sich im Laufe der Saison geringgradig von 73 auf 88 absolvierte Höhenmeter.

Tab. 17: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 1

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	2202	493	3	73	1,5	4,5
2	-	-	-	-	-	-
3	2234	479	3	76	1,5	4,5
4	2881	362	2,5	114	3	5,5
5	2285	445	3	88	2	5
6	-	-	-	-	-	-

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Auf Grund des deutlichen Anstiegs der Höhenmeter im Rahmen der vierten Beprobung erreicht die Gesamtpunktsumme der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) bei dieser Beprobung mit 5,5 Punkten ihren Maximalwert. Allerdings liegen alle Gesamtpunktsummen in einem sehr ähnlichen Bereich (4,5 – 5,5 Punkte), so dass von einer Vergleichbarkeit der einzelnen Galopptrainings zueinander ausgegangen werden kann.

4.4.1.2 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 2

Pferd Nr. 2 wurde im Rahmen dieser Studie insgesamt fünfmal beprobt, jedoch waren nur vier Messungen auswertbar. Eine Probe konnte auf Grund eines einmalig deutlich abweichenden Galopptrainings auf einer anderen Strecke nicht in die Gesamtwertung einbezogen werden. Eine weitere Beprobung konnte auf Grund eines turnierbedingt länger andauernden Auslandsaufenthaltes nicht durchgeführt werden (s. 4.1, Tabelle 12). Die vier verbleibenden Beprobungen wurden auf demselben Gelände in Form einer Kombination aus Dauer- und Intervallmethode durchgeführt, wobei der Anteil der Dauermethode nach dem Prinzip der Wechselmethode stattgefunden hat. Das bedeutete, dass sich das Galopptraining stets aus mehreren Galoppintervallen zusammensetzte, die teilweise von sehr

kurzen Trabreisen, teilweise von etwas längeren Pausen im Schritt und Trab unterbrochen wurden. Daher kann nicht immer vom Erreichen des für das Intervalltraining gewünschten Erholungsmaßes im Sinn der „lohnenden Pause“ ausgegangen werden.

Der Aufbau und die Streckenführung des WU und des CD waren bei allen Beprobungen sehr einheitlich und variierten in der Dauer nur geringgradig (s. Tabelle 18). Die Anzahl der absolvierten Galoppintervalle schwankte zwischen vier und sechs, wobei die erste Beprobung die kürzeste Galoppdauer aufwies (07:34 min), die zweite Beprobung hingegen die längste (11:25 min). Die beiden übrigen Beprobungen beliefen sich auf sehr ähnliche Werte und lagen vom zeitlichen Umfang zwischen den oben genannten Werten.

Tab. 18: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 2, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	47:42	11:38	07:34	5	59:27
2	48:29	17:23	11:25	6	59:33
3	-	-	-	-	-
4	48:28	15:18	09:58	5	51:03
5	-	-	-	-	-
6	49:28	16:37	09:50	4	53:05

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Ebenso verhielt es sich bei der zurückgelegten Streckenlänge (Tabelle 19). Hier wurde bei der ersten Beprobung die kürzeste (3485 Meter), bei der zweiten Beprobung die längste Strecke absolviert (5281 Meter). Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten hingegen lagen mit Werten zwischen 455 und 477 m/min bei allen Beprobungen in einem sehr einheitlichen Bereich. Daher sind die unterschiedlichen Gesamtpunktsummen zwischen 4 und 6 für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) auf die verschiedenen Streckenlängen zurückzuführen.

Auch bezüglich der Höhenmeter wies das erste beprobte Galopptraining mit 77 Höhenmetern die geringste Belastungsintensität für Pferd Nr. 2 auf, während das zweite beprobte Galopptraining mit 118 absolvierten Höhenmetern das Maximum darstellte. Die beiden übrigen Beprobungen steigerten sich von Beprobung 4 (93 Höhenmeter) zu Beprobung 6 (105 Höhenmeter).

Tab. 19: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 2

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	3485	461	4	77	1,5	5,5
2	5281	463	6	118	3	9
3	-	-	-	-	-	-
4	4532	455	5	93	2	7
5	-	-	-	-	-	-
6	4694	477	5,5	105	2,5	8

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Da sowohl die Streckenlänge als auch die absolvierten Höhenmeter bei der ersten Beprobung den niedrigsten und bei der zweiten Beprobung den höchsten Wert lieferten, erreicht auch die Gesamtpunktsumme der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) bei Beprobung 1 ihren Minimalwert für Pferd Nr. 2 mit 5,5 Punkten und bei Beprobung 2 den Maximalwert von 9 Punkten. Die vierte und sechste Beprobung erreichten Gesamtpunktsummen von 7 bzw. 8 Punkten.

4.4.1.3 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 3

Das Pferd Nr. 3 wurde insgesamt fünf Mal beprobt, wobei das fünfte beprobte Galopptraining auf Grund mangelhafter Herzfrequenzaufzeichnungen nicht ausgewertet werden konnte (s. Tabelle 49 im Anhang). Die sechste Beprobung

konnte auf Grund eines krankheitsbedingten Ausfalls des Pferdes nicht durchgeführt werden (s. 4.1, Tabelle 12). Des Weiteren musste nach den ersten beiden Messungen das Trainingsgelände gewechselt werden. Die ersten beiden Beprobungen wurden auf einem Wiesenoval durchgeführt, die folgenden beiden an einem Hang mit Ackerboden. Die unterschiedlichen Bodenverhältnisse fanden in der „Einflussgröße Umwelt“ Beachtung. Auf Grund des unterschiedlichen Geländes unterschieden sich die Beprobungen in der Wegführung, wobei die jeweils auf demselben Gelände durchgeführten Beprobungen ähnlichen Strecken folgten. Alle Galopptrainings wurden nach dem Prinzip der Intervallmethode durchgeführt, wobei im Rahmen der dritten Beprobung ein Galoppintervall mehr absolviert wurde als bei den übrigen Beprobungen.

Der Aufbau des WU variierte sowohl in seiner Länge als auch seinem Aufbau, war jedoch nie besonders belastungsintensiv. Das CD folgte immer dem gleichen Ablauf, variierte in seiner Länge jedoch ebenfalls (s. Tabelle 20). Bei allen beprobten Galopptrainings mit Ausnahme der dritten Beprobung wurden vier Galoppintervalle absolviert, bei der dritten Beprobung waren es fünf. Die Dauer der Galoppintervalle lag ebenfalls bei drei Beprobungen in einem ähnlichen Bereich (03:11 – 03:50 Minuten), hier fiel allerdings die zweite Beprobung mit einer etwas kürzeren Dauer aus dem Rahmen (02:30 Minuten).

Tab. 20: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 3, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	15:10	05:39	03:24	4	17:04
2	08:13	06:08	02:30	4	10:37
3	11:31	13:19	03:50	5	17:25
4	19:46	10:49	03:11	4	13:25
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Bei der Betrachtung der Streckenlängen (Tabelle 21) fällt auf, dass die zweite Beprobung nicht nur die kürzeste Dauer, sondern auch die kürzeste Strecke aufwies (1484 Meter). Der dritten Beprobung hingegen lag die längste Strecke zugrunde (2393 Meter), die beiden übrigen Beprobungen lagen mit 1877 und 1936 Metern im Mittelfeld. Die durchschnittlich gerittene Geschwindigkeit hingegen steigerte sich im Laufe der Saison von 552 m/min bis hin zu einem Maximum von 624 m/min im Rahmen der dritten Beprobung, um zur vierten Beprobung wieder etwas abzufallen (608 m/min). Dies führt dazu, dass sich die Gesamtpunktsumme für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) bei den Beprobungen 1 und 2 auf jeweils 3,5 Punkte beläuft, während im Rahmen der dritten Beprobung der Maximalwert von 4,5 Punkten erreicht wird, der bei der vierten Beprobung mit 4 Punkten jedoch wieder etwas abfällt.

Auch die absolvierten Höhenmeter erreichten im Rahmen der dritten Beprobung ihr Maximum von 85. Die drei übrigen Beprobungen lieferten nahezu identische Werte und schwankten lediglich zwischen 68 und 70 Höhenmetern.

Tab. 21: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 3

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	1877	552	3,5	70	1,5	5
2	1484	594	3,5	70	1,5	5
3	2393	624	4,5	85	2	6,5
4	1936	608	4	68	1,5	5,5
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Da sowohl die Streckenlänge als auch die durchschnittlich gerittene Geschwindigkeit und die absolvierten Höhenmeter im Rahmen des dritten beprobten Galopptrainings

ihren Höchstwert erreichten, erzielt auch die Gesamtpunktschme der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) bei dieser Beprobung mit 6,5 Punkten das Maximum für Pferd Nr. 3. Allerdings liegen alle Gesamtpunktschmen in einem sehr ähnlichen Bereich (5 – 6,5 Punkte), so dass von einer weitgehenden Vergleichbarkeit der einzelnen Galopptrainings zueinander auch ohne Korrekturfaktor ausgegangen werden kann.

4.4.1.4 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 4

Beim Pferd Nr. 4 wurden insgesamt fünf Beprobungen durchgeführt, wobei alle Beprobungen auf demselben Gelände nach dem Prinzip der Intervallmethode absolviert wurden. Auch die Beprobungen von Pferd Nr. 4 unterschieden sich sowohl in der Anzahl als auch der Wegführung und der Länge der einzelnen absolvierten Galoppintervalle. Die sechste Beprobung konnte nicht durchgeführt werden, da sich das Pferd Nr. 4 zu diesem Zeitpunkt bereits regulär in der Winterpause befand.

Sowohl das WU als auch das CD folgten immer einem ähnlichen Aufbau mit wenig variierender Gesamtdauer (s. Tabelle 22). Die Anzahl der absolvierten Galoppintervalle variierte zwischen drei und vier, die Dauer belief sich bei je zwei Probennahmen auf einen sehr ähnlichen Umfang von 04:26 bzw. 04:41 Minuten und 07:21 bzw. 07:41 Minuten. Lediglich eine Probennahme (Beprobung 3) wies einen deutlich höheren Umfang von 10:42 Minuten auf.

Tab. 22: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 4, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	25:22	17:19	07:58	4	13:31
2	32:18	09:22	04:41	3	13:34
3	31:31	19:26	10:42	4	11:01
4	33:38	17:38	07:21	4	12:06
5	34:50	11:05	04:26	3	12:06
6	-	-	-	-	-

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Bei der Betrachtung der Daten zur Trainingsintensität (Tabelle 23) fällt auf, dass keine einheitliche Streckenlänge zurückgelegt wurde (2218 – 4986 Meter). Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten hingegen beliefen sich bei drei Beprobungen auf ähnliche Werte zwischen 500 und 535 m/min. Bei den beiden übrigen Beprobungen wurden etwas geringere Durchschnittswerte erreicht (439 und 466 m/min). Der unterschiedliche Galoppintervallaufbau führte auch zu variierenden Gesamtpunktsummen für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) von Werten zwischen 3,5 und 5,5.

Auch bezüglich der Höhenmeter ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen den Galoppintervallen, das Minimum lag im Rahmen der letzten Beprobung bei 75 Höhenmetern, das Maximum im Rahmen der vorletzten Beprobung bei 114 Höhenmetern.

Tab. 23: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 4

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	4262	535	5,5	111	3	8,5
2	2403	513	3,5	88	2	5,5
3	4986	466	5,5	108	2,5	8
4	3226	439	4	114	3	7
5	2218	500	3,5	75	1,5	5
6	-	-	-	-	-	-

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Auf Grund der deutlichen Belastungsunterschiede schwanken auch die Gesamtpunktschummen der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) und erreichen Punktzahlen von 5 – 8,5.

4.4.1.5 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 5

Das Pferd Nr. 5 wurde insgesamt sechs Mal beprobt, wobei drei der Beprobungen auf Grund von anhaltenden Messfehlern nicht ausgewertet werden konnten (s. Anhang, Tabelle 49). Alle Beprobungen wurden auf demselben Gelände nach dem Prinzip der Wechselmethode im Rahmen der Dauermethode durchgeführt und blieben sowohl in der Anzahl als auch der Wegführung und der Länge der absolvierten Galoppintervalle weitgehend konstant. Allerdings wurde der Aufbau des speziellen Galopptrainings nach den ersten beiden Probennahmen geändert, da es nach der zweiten Probennahme zu muskulären Problemen bei Pferd Nr. 5 kam (s. 3.2.1.4) und das Training daher zur Schonung des Pferdes angepasst werden musste.

WU, sGT und CD folgten immer der gleichen Wegführung und wurden stets in der gleichen Gangart absolviert (s. Tabelle 24). Lediglich das letzte WU fiel hierbei aus dem Rahmen, da Pferd Nr. 5 von einem anderen Ausgangspunkt aus gestartet wurde. Allerdings wurde das Pferd, abgesehen von der etwas längeren Wegestrecke, nicht intensiver belastet als bei den vorangegangenen WUs. Das Galopptraining bestand aus lediglich einem Galoppintervall, das auf einer Rennbahn absolviert wurde, die im Rahmen einer Beprobung insgesamt drei Mal umrundet wurde. Daher variierte die Dauer des Galopptrainings nur geringgradig (08:42 bis 09:36 Minuten) auf Grund der unterschiedlich gerittenen Geschwindigkeiten. Allerdings war der Aufbau innerhalb des Galoppintervalls nicht ganz gleichbleibend. Beim ersten beprobten Galopptraining wurde die erste Rennbahnrunde im Arbeitsgalopp absolviert, woraufhin eine schnelle Runde und zuletzt wieder eine Runde im Arbeitsgalopp folgten. Da bei Pferd Nr. 5 nach der zweiten Probennahme im Anschluss an das Galopptraining gesundheitliche Probleme auftraten (s. 3.2.1.4), wurde dieser Aufbau bei den nachfolgenden Beprobungen geändert, so dass ab der dritten Probennahme auf eine Runde im Arbeitsgalopp zwei Runden folgten, die im Grunde auch im Arbeitsgalopp angelegt wurden, jedoch Sprints an den langen Seiten der Rennbahn beinhalteten. Gewissermaßen wurde also die schnelle zweite Runde aus den ersten beiden Beprobungen nachfolgend in vier Sprints aufgeteilt.

Tab. 24: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 5, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	14:05	08:53	08:53	1	30:35
2	-	-	-	-	-
3	ca. 15:00	09:36	09:36	1	27:51
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
6	35:23	08:42	08:42	1	34:07

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Erwartungsgemäß fällt auf (Tabelle 25), dass sich die Streckenlänge bei allen drei Beprobungen nur geringfügig änderte (3723 – 3821 Meter). Ähnlich verhielt es sich mit den durchschnittlichen Geschwindigkeiten, diese variierten lediglich zwischen 395 und 439 m/min. Daher liegt die Gesamtpunktsumme für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) bei den Beprobungen 1 und 3 mit vier Punkten auch auf demselben Niveau und bei Beprobung 6 mit 4,5 Punkten nur knapp darüber, da bei Probennahme 6 sowohl die höchste Geschwindigkeit als auch die längste Strecke absolviert wurde.

Bezüglich der Höhenmeter gab es bei allen drei Beprobungen keine Unterschiede. Es wurden immer 21 Höhenmeter absolviert.

Tab. 25: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 5

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	3723	419	4	21	0	4
2	-	-	-	-	-	-
3	3790	395	4	21	0	4
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	3821	439	4,5	21	0	4,5

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Auf Grund des sehr identischen Aufbaus der Galopptrainings beläuft sich die Gesamtpunktsumme der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) bei allen Beprobungen auf sehr ähnliche Werte. Die ersten beiden auswertbaren Probennahmen erreichen eine Gesamtsumme von 4 Punkten und die letzte Probennahme eine Gesamtsumme von 4,5 Punkten, so dass von einer guten Vergleichbarkeit der einzelnen Galopptrainings zueinander ausgegangen werden kann.

4.4.1.6 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 6

Auch bei Pferd Nr. 6 wurden alle vorgesehenen sechs Probennahmen durchgeführt, wobei die fünfte Probennahme nicht ausgewertet werden konnte, da das Pferd übermäßig aufgeregt war. Im Gegensatz zum üblichen Trainingsablauf wurde der Proband im Rahmen der fünften Beprobung nicht alleine, sondern zusammen mit einem weiteren Pferd galoppiert, was zu offensichtlicher Erregung und daher nicht vergleichbaren Herzfrequenzwerten führte (s. 4.1, Tabelle 12). Das Pferd war den Aussagen des Reiters zufolge kaum zu halten und habe sich innerlich stark aufgeregt, was sich mit den Beobachtungen der Verfasserin deckte. Pferd Nr. 6 wurde stets auf demselben Gelände galoppiert und absolvierte immer genau ein Galoppintervall nach dem Prinzip der Wechselmethode im Rahmen der Dauermethode auf der selben Rennbahn wie Pferd Nr. 5 mit dem selben Intervallaufbau.

Auch hier wurden WU, sGT und CD immer in sehr ähnlicher Weise absolviert und variierten daher in der Dauer nur wenig (s. Tabelle 26). Lediglich das WU und das CD der sechsten Beprobung dauerten etwas länger, da das Pferd für diese Beprobung von einem anderen Ausgangspunkt aus gestartet wurde. Die fehlenden Angaben zum zweiten bis fünften WU sind auf Messausfälle durch die dichte Bewaldung im durchrittenen Gebiet zurückzuführen. Die manuelle Überprüfung der WU-Dauer durch die Verfasserin ergab jedoch, dass nur geringe zeitliche Schwankungen vorlagen. Da Pferd Nr. 6 nach der Umstellung des Intervallaufbaus von der zweiten zur dritten Beprobung nicht vier Sprints absolvierte, sondern lediglich drei, sank die durchschnittlich gerittene Geschwindigkeit nach den ersten beiden Beprobungen geringfügig. Somit nahm die Dauer der Galoppintervalle zu und erreichte Werte zwischen 08:16 und 09:54 Minuten.

Tab. 26: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 6, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	15:06	08:16	08:16	1	31:56
2	-	08:16	08:16	1	-
3	-	09:01	09:01	1	27:01
4	-	09:52	09:52	1	19:47
5	-	-	-	-	-
6	23:38	09:54	09:54	1	43:39

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Die Streckenlänge war erwartungsgemäß bei allen Probennahmen sehr einheitlich (Tabelle 27) und belief sich in vier der fünf auswertbaren Fälle auf Werte zwischen 3717 m und 3844 m. Lediglich die erste Beprobung fiel mit etwa 400 m mehr etwas aus dem Rahmen (4133 m). Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten waren durch den nach dem zweiten Galopptraining veränderten Trainingsaufbau bei den ersten beiden Beprobungen etwas höher als bei den übrigen Beprobungen und nahmen insgesamt von Beprobung zu Beprobung geringfügig ab, so dass der Maximalwert für Pferd Nr. 6 von 500 m/min bei der ersten Probennahme erreicht wurde, während der Minimalwert von 381 m/min der letzten Probennahme zuzuschreiben ist. Daher fällt auch die Gesamtpunktsumme für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) im Verlauf der Beprobungen geringgradig ab von 5 Punkten für die erste Beprobung über 4,5 Punkte für die zweite Beprobung bis hin zu 4 Punkten für alle weiteren Beprobungen.

Was die Höhenmeter betraf, verhielt es sich bei Pferd Nr. 6 ebenso wie bei Pferd Nr. 5, so dass stets 21 Höhenmeter absolviert wurden.

Tab. 27: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 6

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	4133	500	5	21	0	5
2	3735	452	4,5	21	0	4,5
3	3717	412	4	21	0	4
4	3844	390	4	21	0	4
5	-	-	-	-	-	-
6	3776	381	4	21	0	4

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Da die Höhenmeter immer einheitlich blieben und im Rahmen des Score-Schemas keine zusätzlichen Punkte erhielten, erreicht die Gesamtpunktschme der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) dieselben Werte wie die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“. Somit nahm die Belastungsintensität von der ersten bis zur dritten Probenahme geringfügig ab, um sich dann auf einem konstanten Niveau zu halten. Da aber auch der Intensitätsunterschied zwischen der ersten und den letzten Probenahmen mit lediglich einem Punkt Differenz nicht besonders groß war, kann von einer guten Vergleichbarkeit der einzelnen Galopptrainings zueinander ausgegangen werden.

4.4.1.7 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 7

Pferd Nr. 7 war das einzige Pferd der vorliegenden Studie, das planmäßig konstant beprobt werden konnte und dessen Werte immer auswertbar waren. Somit liegen von Pferd Nr. 7 insgesamt sechs Beprobungen vor, die alle auf demselben Trainingsgelände nach dem Prinzip der Intervallmethode durchgeführt wurden.

Sowohl WU als auch CD folgten immer einem ähnlichen Schema, variierten allerdings etwas in der Dauer (s. Tabelle 28). Die Anzahl der absolvierten

Galoppintervalle schwankte zwischen zwei und drei, die Dauer belief sich bei den ersten vier Probennahmen auf einen sehr einheitlichen Umfang zwischen 04:08 und 04:49 Minuten, während die beiden letzten Probennahmen mit 06:49 und 06:55 Minuten zwar ebenfalls für sich genommen sehr einheitlich, im Vergleich zu den ersten Probennahmen aber deutlich länger ausfielen und ein Galoppintervall und somit auch einige Höhenmeter mehr umfassten.

Tab. 28: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 7, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	30:09	08:14	04:48	2	19:09
2	26:57	08:23	04:08	2	22:17
3	33:37	09:50	04:49	2	21:07
4	30:06	08:27	04:38	2	17:13
5	24:12	14:14	06:49	3	16:26
6	31:26	16:27	06:55	3	21:40

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Bei der Betrachtung der Streckenlänge (Tabelle 29) fällt auf, dass die Streckenlänge über die ersten vier Beprobungen kontinuierlich abfiel (2574 – 2018 Meter), um dann bei den letzten beiden Beprobungen wieder deutlich anzusteigen (2861 und 2992 Meter). Die durchschnittlich gerittene Geschwindigkeit hingegen erreichte bei den ersten beiden Beprobungen die höchsten Werte (536 und 556 m/min) und lag bei den folgenden vier Beprobungen etwas niedriger, jedoch in einem sehr einheitlichen Bereich zwischen 420 und 469 m/min. Durch die deutlich höhere Geschwindigkeit liegt die Gesamtpunktsumme für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) bei der 1. und 2. Beprobung mit 4 Punkten etwas höher als bei den Beprobungen 5 und 6, die auf Grund der etwas längeren Strecke trotz niedrigerer Durchschnittsgeschwindigkeiten noch 3,5 Punkte erreichen. Die Beprobungen 3 und 4 erlangen mit 3 bzw. 2,5 Punkten die niedrigsten Werte für Pferd Nr. 7.

Bezüglich der Höhenmeter fielen die letzten beiden Beprobungen etwas aus dem Rahmen und wiesen mit 111 bzw. 114 absolvierten Höhenmetern die Maxima für Pferd Nr. 7 auf. Die vier übrigen Beprobungen waren sehr konstant und schwankten lediglich zwischen 73 und 76 absolvierten Höhenmetern.

Tab. 29: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 7

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	2574	536	4	73	1,5	5,5
2	2298	556	4	76	1,5	5,5
3	2260	469	3	76	1,5	4,5
4	2018	436	2,5	76	1,5	4
5	2861	420	3,5	111	3	6,5
6	2992	433	3,5	114	3	6,5

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Insgesamt erreicht die „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) auf Grund des deutlichen Anstiegs an absolvierten Höhenmetern bei den letzten beiden Beprobungen mit 6,5 Punkten den höchsten Wert für Pferd Nr. 7. Die vierte Probennahme hingegen bleibt am belastungsärmsten und erreicht lediglich 4 Punkte.

4.4.1.8 Galopptrainingsbeprobungen Pferd Nr. 8

Bei Pferd Nr. 8 wurden insgesamt fünf Beprobungen durchgeführt, da die vierte Beprobung kurzfristig auf Grund einer Trainingsplanänderung abgesagt wurde (s. 4.1, Tabelle 12). Auch hier wurden alle Galopptrainings nach dem Prinzip der Intervallmethode auf demselben Gelände absolviert, aber ebenfalls mit einer unterschiedlichen Anzahl, Wegführung und Länge der einzelnen absolvierten Galoppintervalle.

WU und CD folgten zwar immer einem einheitlichen Aufbau, allerdings variierte die Gesamttrainingsdauer (s. Tabelle 30). Auch die Anzahl der absolvierten Galoppintervalle blieb nicht einheitlich und schwankte zwischen zwei und drei. Die Dauer belief sich bei den ersten drei Probennahmen auf einen sehr einheitlichen Umfang zwischen 04:09 und 04:35 Minuten, während die beiden letzten Probennahmen durch das dritte Galoppintervall mehr Höhenmeter und einen deutlich höheren Gesamtumfang von 07:17 und 07:29 Minuten aufwiesen.

Tab. 30: Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 8, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten

BEPROBUNG	WU	sGT	GI	ANZAHL GI	CD
1	28:52	06:53	04:35	2	18:26
2	24:48	08:22	04:09	2	22:12
3	31:35	10:44	04:35	2	10:22
4	-	-	-	-	-
5	22:46	15:12	07:17	3	15:12
6	37:17	15:59	07:29	3	15:59

WU Warm Up, sGT spezielles Galoppbelastungstraining, GI Galoppintervalle, CD Cool Down

Auch bezüglich der Streckenlängen (Tabelle 31) fiel auf, dass die ersten drei Beprobungen so wie die letzten beiden Beprobungen zueinander sehr homogen waren. So lieferten die ersten drei Beprobungen mit Werten von 2244 bis 2265 m nahezu identische Streckenlängen, während die beiden letzten Beprobungen mit 2917 und 2879 m etwas länger ausfielen. Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten erreichten während dem ersten und dritten Galopptraining mit 490 und 491 m/min Werte, die als identisch anzusehen sind, während das zweite Galopptraining geringfügig nach oben (546 m/min) und das vierte und fünfte etwas deutlicher nach unten abwichen (401 m/min und 385 m/min). Trotz der etwas höheren Geschwindigkeit bei der zweiten Beprobung liegt die Gesamtpunktsumme für die Parameter „Strecke und Geschwindigkeit“ (S und G) bei den Beprobungen 1, 2 und 3 jeweils bei

3,5 Punkten und fällt dann trotz der zunehmenden Streckenlänge auf Grund des deutlichen Geschwindigkeitsabfalls auf 3 Punkte ab.

Bezüglich der Höhenmeter verhielt es sich ähnlich wie bei der Streckenlänge. Auch hier waren die ersten drei Beprobungen nahezu identisch (73 bis 76 Höhenmeter) während die letzten beiden Beprobungen deutlich, jedoch einheitlich nach oben abwichen (je 111 Höhenmeter).

Tab. 31: Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 8

BEPROBUNG	STRECKE (m)	MITTELWERT G (m/min)	PUNKTE S UND G	HÖHENMETER	PUNKTE HM	PUNKTE GESAMT
1	2244	490	3,5	73	1,5	5
2	2265	546	3,5	76	1,5	5
3	2252	491	3,5	76	1,5	5
4	-	-	-	-	-	-
5	2917	401	3	111	3	6
6	2879	385	3	111	3	6

G (m/min) Geschwindigkeit in Metern pro Minute, S und G Strecke und Geschwindigkeit, HM Höhenmeter

Auf Grund des deutlichen Anstiegs der Höhenmeter im Rahmen der fünften und sechsten Beprobung erreicht die Gesamtpunktsumme der „Einflussgröße Belastung“ (s. 3.2.2.4 und 3.2.2.5) bei diesen Beprobungen mit 6 Punkten ihre Maximalwerte für Pferd Nr. 8. Alle anderen Beprobungen erhielten eine Gesamtpunktsumme von 5.

4.4.2 Vergleichbarkeit der Umweltdaten

Da die Probanden über eine Saison hinweg im vierwöchigen Rhythmus beprobt werden sollten, erfolgte die Datenerhebung bei unterschiedlichen Umweltbedingungen. Um den Einfluss der Umweltbedingungen berücksichtigen zu können, wurden die Temperatur, der Luftdruck, die relative Feuchte und die Windstärke über

die Internetseite www.wetter.com recherchiert (s. 3.2.3.4.2). Des Weiteren wurde die Bodenbeschaffenheit in den Trainingsprotokollen durch die Reiter und im Probenprotokoll durch die Verfasserin dokumentiert. Um den Einfluss der wechselnden Umweltbedingungen auf die Herz-Kreislauf-Belastung während des Galopptrainings zu berücksichtigen, gingen sowohl die Temperatur und die Luftfeuchte als auch die Bodenbeschaffenheit als zusammengefasster „Einflussparameter Umwelt“ in die statistische Auswertung ein (s. 3.2.3.4.2).

4.4.2.1 Temperatur

Die Temperatur schwankte im Rahmen der Beprobungen zwischen 4,8°C und 26,2°C. Die niedrigsten Temperaturen lagen stets beim ersten oder zweiten beprobten Galopptraining vor, die höchste Temperatur wurde hingegen zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten erreicht (Tabelle 32). Die größte Schwankung bei zwei direkt aufeinander folgenden Galopptrainings erreichte Pferd Nr. 6 mit einer Minimaltemperatur von 5,1°C während des ersten Galopptrainings und einer Maximaltemperatur von 22,6°C direkt beim darauffolgenden zweiten Galopptraining.

Tab. 32: Temperatur (in °C)

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	6,6	-	20,7	26,2	21,8	-
2	13,2	13,5	-	16,8	-	16,7
3	9,9	11,1	23,7	21,0	-	-
4	22,6	11,0	21,0	23,8	22,8	-
5	4,8	-	19,7	-	-	20,6
6	5,1	22,6	17,4	19,8	-	20,6
7	19,8	10,7	21,3	23,4	24,2	16,8
8	6,6	10,7	20,7	-	24,2	17,0

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

4.4.2.2 Relative Feuchte

Auch die relative Feuchte unterlag im Laufe der Saison großen Schwankungen, so dass ein Minimum von 24% und ein Maximum von 96% erreicht wurde. Die maximalen Schwankungen für ein Pferd (Pferd Nr. 6) lagen bei 49% (Tabelle 33).

Tab. 33: relative Feuchte (in %)

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	84	-	83	43	59	-
2	77	96	-	91	-	78
3	65	59	62	68	-	-
4	36	70	66	44	55	-
5	67	-	37	-	-	73
6	63	24	62	67	-	73
7	34	64	64	38	48	70
8	84	64	83	-	48	69

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

Da die Temperatur und die relative Feuchte den Belastungsgrad einer Trainingseinheit in gegenseitiger Abhängigkeit bestimmen, erfolgte eine Score-Punktevergabe unter Berücksichtigung beider Parameter nach den in Tabelle 10 genannten Kriterien (s. 3.2.3.4.2). Die so ermittelten Punkte wurden schließlich mit den Punkten für die Bodenbeschaffenheit zusammengefasst und gingen dann als „Einflussparameter Umwelt“ in die statistische Berechnung ein (s. 4.4.2.5).

Tab. 34: Bewertung der Wetterdaten (Temperatur + relative Feuchte) in Score-Punkten

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	0,5	-	3,5	3,5	3	-
2	1	2	-	2,5	-	2
3	0	0	3,5	3	-	-
4	2,5	0,5	3	3	3	-
5	0	-	2	-	-	3
6	0	2,5	2	2,5	-	3
7	2	0	3	3	3,5	2
8	0,5	0	3,5	-	3,5	2

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

4.4.2.3 Bodenbeschaffenheit

Zusätzlich von den wechselhaften Wetterverhältnissen spielte auch die Bodenbeschaffenheit eine entscheidende Rolle für die Belastung im Rahmen des Galopptrainings (Tabelle 35). Bodenverhältnisse manifestieren sich in der Art und Dichte des Bodens. Schwere Böden wie Lehm oder Schluff können z.B. zu einer höheren Abbruchrate der Pferde in der Querfeldeinstrecke führen als Sandböden (SKOWRONEK und HERTSCH, 2003) und bewirken auch im Rahmen der Galopptrainings eine erhöhte Belastung.

Tab. 35: Beschreibung der Bodenbeschaffenheit

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	Feuchter, weicher Sand auf Grasboden		Trockener Sand auf Grasboden	Trockener Sand auf Grasboden	Federnder, trockener Sand auf Grasboden	
2	Weicher Sandboden	Nasser, schwerer, ggr. tiefer Sandboden		Trockener, fester Sand-/Grasboden, staubig		Federnder, trockener Sand-/Grasboden
3	Weicher Grasboden	Trockener Grasboden	Trockener Ackerboden	Trockener Ackerboden		
4	Trockener, ziemlich fester Sand auf Grasboden	Nasser, schwerer, etwas tiefer Sand auf Grasboden	Trockener Sand auf Grasboden	Trockener Sand auf Grasboden	Federnder, trockener Sand auf Grasboden	
5	Weicher, geringgradig aufgeweichter Sandboden		Trockener, etwas staubiger Sandboden			Trockener, etwas staubiger Sandboden
6	Weicher, geringgradig aufgeweichter Sandboden	Trockener, staubiger, wenig federnder Sandboden	Trockener, etwas staubiger Sandboden	Feuchter, ganz wenig tiefer Sandboden		Trockener, etwas staubiger Sandboden
7	Trockener Sand auf Grasboden		Trockener Sand auf Grasboden	Trockener Sand auf Grasboden		Trockener Sand auf Grasboden
8			Trockener Sand auf Grasboden			Trockener Sand auf Grasboden

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

Um die variierenden Bodenverhältnisse in der statistischen Auswertung berücksichtigen zu können, wurden auch diese mit Hilfe eines Score-Schemas bewertet (s. 3.2.3.4.2, Tabelle 11 und Tabelle 36). Da nicht alle Pferde auf dem gleichen Gelände trainiert wurden, schwanken die erreichten Punktzahlen für die Bodenverhältnisse selbst bei ähnlichen Wetterverhältnissen allein auf Grund des variierenden Geläufs.

Tab. 36: Bewertung Bodenbeschaffenheit

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	2,5	-	2	2	2	-
2	2	3,5	-	2	-	2
3	1	1	3	3	-	-
4	2	3,5	2	2	2	-
5	4,5	-	4	-	-	4
6	4,5	4	4	4,5	-	4
7	2	3,5	2	2	2	2
8	2,5	3,5	2	-	2	2

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

Die Punkte für die Bodenbeschaffenheit wurden schließlich mit den Punkten für die Wetterdaten (Temperatur + relative Feuchte) zusammengefasst und gingen dann als „Einflussparameter Umwelt“ in die statistische Berechnung ein (s. 4.4.2.5).

4.4.2.4 Windstärke

Im Rahmen der Beprobungen wurden Windstärken zwischen 1 m/s und 7 m/s erfasst. Die größte Differenz zwischen zwei Beprobungen lag bei 5,5 m/s bei Pferd Nr. 3 (s. Tabelle 52 im Anhang). Nach der Beaufort-Skala bewegte sich die Windstärke also stets in einem Bereich zwischen leisem Zug und mäßiger Brise bzw. einem Skalenniveau zwischen 1 und 4 (bezogen auf ein Maximum von 12). Da keine

auffällig hohen Windgeschwindigkeiten erreicht wurden und auf Grund des Trainingsaufbaus keiner der Probanden durchgängigem Gegenwind ausgesetzt war, wird die Windstärke bei der Trainingsauswertung nicht weiter berücksichtigt.

4.4.2.5 Scorebewertung der Umweltdaten

Im Gegensatz zu den variierenden Belastungsintensitäten im Rahmen des Trainingsaufbaus, die durch Besprechungen im Vorfeld vermieden werden sollten, sind die schwankenden Umweltbedingungen erwartungsgemäß und unabdingbar. Da die Belastungsintensitäten und somit auch die Herzfrequenzen durch Umweltveränderungen beeinflusst werden, ist für die Umweltparameter ebenso wie für die Gesamtbelastung ein Score-System erstellt worden (s. 3.2.3.4.2, Tabelle 10). Hierzu wurden zunächst die Temperatur und die relative Feuchte als Wetterdaten zusammengefasst. Anschließend wurden sowohl die Wetterdaten (s. 4.4.2.2, Tabelle 34) als auch die Bodenbeschaffenheiten bepunktet (s. 4.4.2.3, Tabelle 36) und schließlich zum „Einflussparameter Umwelt“ aufaddiert, um die Herzfrequenzen entsprechend des Umwelteinflusses auf vergleichbare Werte korrigieren zu können.

Tab. 37: Punktevergabe „Einflussparameter Umwelt“

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	3	-	5,5	5,5	5	-
2	3	5,5	-	4,5	-	4
3	1	1	6,5	6	-	-
4	4,5	4	5	5	5	-
5	4,5	-	6	-	-	7
6	4,5	6,5	6	7	-	7
7	4	3,5	5	5	5,5	4
8	3	3,5	5,5	-	5,5	4

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

4.5 Auswertung der Herzfrequenzaufzeichnungen

Da acht der ursprünglich vierzehn an der Studie teilnehmenden Probanden über den beabsichtigten Zeitraum beprobt werden konnten (s. 3.2.1), erfolgt zunächst eine Prüfung der ganzen Gruppe auf statistisch signifikante Veränderungen. Anschließend wurde eine deskriptive Auswertung der individuellen Entwicklung der sich statistisch signifikant verändernden Herzfrequenzparameter (s. 4.5.2) und ein deskriptiver Vergleich der einzelnen Untergruppen (s. 4.5.3) vorgenommen. Die ausgewerteten Herzfrequenzparameter wurden unter 3.2.2.3 näher erläutert.

4.5.1 Herzfrequenzparameter im Laufe der Beprobungen

Der statistische Vergleich der Herzfrequenzen erfolgte mittels der multiplen Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Zeitpunktes der Beprobung und der multiplen Regressionsanalyse jeweils unter Berücksichtigung der Störvariablen „Umwelt“ und „Belastung“. Die Beurteilung der Ruheherzfrequenzparameter erfolgte ohne Berücksichtigung dieser Störvariablen, da deren Einfluss im Ruhezustand vor Trainingsbeginn noch nicht gegeben war (s. 3.3).

Für alle Herzfrequenzparameter, bei denen eine statistisch signifikante Veränderung im Laufe der Saison nachgewiesen werden konnte, wurde zusätzlich eine explorative Datenauswertung unter Berücksichtigung der Umwelt- und Belastungseinflüsse durchgeführt. Hierzu wurden mit Hilfe eines Score-Schemas (s. 3.2.3.3 und 3.2.3.4.2) Punkte für die Umwelt- und Belastungseinflüsse vergeben, die dann als Korrekturfaktoren für die Herzfrequenzparameter dienten. Hiermit sollte überprüft werden, ob es einzelne Zeitpunkte gab, zu denen die Umwelt- und Belastungsbedingungen eine übermäßig große Rolle gespielt haben. Statistisch konnte dies jedoch nicht nachgewiesen werden. Die in die Berechnung eingehenden Regressionskoeffizienten „Umwelt“ und „Belastung“ besagen, um wie viele Schläge/min die Herzfrequenz für das individuelle Pferd zu- oder abgenommen haben dürfte, wenn eine Zu- bzw. Abnahme der Einflussgröße „Umwelt“ bzw. „Belastung“ um einen Score-Punkt vom Saisonmittelwert vorliegt. Der Saisonmittelwert gibt die durchschnittliche Umwelt- und Trainingsbelastung wieder und errechnet sich aus den Mittelwerten aller Beprobungszeitpunkte. Um diese

Mittelwerte zu errechnen, wurden die Scorepunkte aller Pferde berücksichtigt, die zu dem jeweiligen Zeitpunkt der Probennahme in die Auswertung eingegangen sind. Daraus ergibt sich ein Saisonmittelwert „Umwelt“ von 4,75 Punkten und ein Saisonmittelwert „Belastung“ von 5,46 Punkten. Die auf diese Weise explorativ ermittelten Werte werden im Folgenden als „bereinigte“ Werte aufgeführt.

4.5.1.1 Ruheherzfrequenz

Die Ruheherzfrequenz erreichte auskultatorisch Beprobungsmittelwerte zwischen 31 und 36 Schlägen/min mit einem Minimum von 26 Schlägen/min im Rahmen der ersten Beprobung und einem Maximum von 44 Schlägen/min im Rahmen der zweiten Beprobung. Der Mittelwert bei der ersten Probennahme lag bei 31 +/- 3,70 Schlägen/min ($n = 8$) und hat sich im Laufe der Trainingsbeprobungen nicht statistisch signifikant verändert (Tabelle 54 im Anhang).

Im Gegensatz dazu unterlagen die mittels GPS erhobenen Ruheherzfrequenzen mit einem p-Wert von 0,007 einer hoch signifikanten Veränderung (s. Tabelle 38), obwohl der Mittelwert von 32,4 +/- 2,96 Schlägen/min ($n = 7$) während der ersten Beprobung aus klinischer Sicht nur geringgradig abfiel auf 30,9 +/- 1,58 Schläge/min ($n = 4$) bei der letzten Beprobung. Für die statistische Signifikanz verantwortlich sind vor allem die Abweichungen während der zweiten (p-Wert 0,0008) und dritten Probennahme (p-Wert 0,0057). Dabei ist zu beachten, dass nicht von allen an der Studie teilnehmenden Pferden sowohl auskultatorische als auch GPS-ermittelte Werte von jeder Beprobung vorliegen, was zu gewissen Verfälschungen geführt haben dürfte. So fällt in der genauen Datenbetrachtung auf, dass Pferd Nr. 2 mit 28 Schlägen/min bei der auskultatorischen Messung im Rahmen der zweiten Beprobung einen besonders niedrigen Wert lieferte, hier jedoch kein GPS-ermittelter Ruhewert erhoben werden konnte. Im Gegensatz dazu lieferte Pferd Nr. 7 mit einer GPS-ermittelten Ruheherzfrequenz von 26 Schlägen/min im Rahmen der dritten Beprobung einen besonders niedrigen GPS-ermittelten Wert, der jedoch in den auskultatorischen Messungen fehlt. Dies und die Tatsache, dass sich die Herzfrequenz mittels GPS erst nach dem Satteln erheben lässt, so dass eine Beeinflussung der Ruheherzfrequenz nicht ausgeschlossen werden kann, dürfte für die unterschiedlichen statistischen Ergebnisse verantwortlich sein, weshalb trotz des

signifikanten Verlaufes der mittels GPS erhobenen Messungen nicht geschlossen werden kann, dass im Laufe der Saison eine trainingsbedingte Erniedrigung der Ruheherzfrequenzen stattgefunden hat.

Tab. 38: Ruheherzfrequenzen mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mittels GPS (einfaktorielle Varianzanalyse, $p = 0,007$)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	7	32,4	2,96	0,91	27,8	36,0
2	5	35,7	1,60	0,04	33,3	37,5
3	3	29,8	3,75	0,13	26,0	33,5
4	4	33,2	4,20	0,13	28,0	37,7
5	4	31,4	5,59	0,18	26,2	38,8
6	4	30,9	1,59	0,05	29,2	32,8

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

4.5.1.2 Arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle

Für den arithmetischen Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle konnte mittels der multiplen Kovarianzanalyse eine signifikante Abnahme im Rahmen aller Beprobungen nachgewiesen werden ($p = 0,02$). Der Mittelwert von 171,0 +/- 12,0 Schlägen/min ($n = 8$) stieg von der ersten zur zweiten Probennahme auf 182,6 +/- 12,1 Schläge/min ($n = 6$), um dann im Verlauf der weiteren Probennahmen auf 164,8 +/- 8,2 ($n = 5$) abzufallen (Tabelle 39). Die multiple lineare Regressionsanalyse hingegen lieferte keine signifikanten Veränderungen im Laufe der Zeit. Der Regressionskoeffizient „Umwelt“ belief sich auf -0,21, der Regressionskoeffizient „Belastung“ auf -0,97 Punkte (s. 4.5.1).

Tab. 39: Arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, $p = 0,02$)

BEPRO-BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	170,99	12,0	0,07	152,4	188,0
2	6	182,55	12,1	0,07	162,6	194,2
3	6	164,45	9,10	0,06	150,3	177,2
4	6	165,15	19,3	0,12	133,2	193,2
5	4	161,68	9,24	0,06	155,3	175,3
6	5	164,76	8,19	0,05	152,4	171,3

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 40: Arithmetischer Mittelwert der bereinigten Herzfrequenz während der Galoppintervalle

BEPRO-BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	170,63	12,61	0,07	150,9	186,8
2	6	182,67	11,54	0,06	162,0	193,5
3	6	164,16	9,77	0,06	149,1	176,9
4	6	165,35	19,4	0,12	133,4	193,5
5	4	161,94	8,82	0,05	156,3	174,9
6	5	164,80	8,46	0,05	151,9	173,6

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Beim Vergleich der Rohdatentabelle und der Tabelle mit den bereinigten Daten wird offensichtlich, dass sich trotz Berücksichtigung der Umwelt- und Belastungsfaktoren keine gravierenden Veränderungen der Mittelwerte ergeben haben. Auch die Minima und Maxima belaufen sich auf nahezu identische Werte. Ob es zu einer deutlichen

Datenbeeinflussung einzelner Pferde gekommen ist, wird im Rahmen der intra-individuellen Analyse (s. 4.5.2) näher betrachtet.

4.5.1.3 Maximale Herzfrequenz

Bei der maximalen Herzfrequenz ließ sich keine signifikante Veränderung mittels der multiplen Kovarianzanalyse nachweisen. Dabei ist fraglich, ob innerhalb eines jeden Trainings überhaupt absolute Maximalwerte für die jeweiligen Pferde erreicht wurden. Die mittlere maximale Herzfrequenz der ersten Beprobung lag bei 212,1 +/- 6,20 Schlägen/min (n = 8), die mittlere maximale Herzfrequenz der letzten Beprobung bei 201,6 +/- 17,29 Schlägen/min (n = 5). Aus der Standardabweichung wird deutlich, dass es bei der maximalen Herzfrequenz zu deutlichen Schwankungen zwischen den einzelnen Pferden gekommen ist. Der Regressionskoeffizient „Umwelt“ belief sich auf -0,14, der Regressionskoeffizient „Belastung“ auf -0,08 Punkte (s. 4.5.1). Eine Datenauflistung ist der Tabelle 55 im Anhang zu entnehmen.

4.5.1.4 Differenz der Herzfrequenz zwischen dem Beginn des speziellen Galopptrainings zu dessen Ende

Die Differenz des über 5 Sekunden gemittelten Wertes der Herzfrequenz zwischen dem Beginn des speziellen Galopptrainings zu dessen Ende führte zu höchst unterschiedlichen Werten mit einem Minimum von -24,6 Schlägen/min und einem Maximum von 86 Schlägen/min. Die p-Werte lieferten keinerlei Hinweise auf signifikante Veränderungen, so dass dieser Parameter als Beurteilungskriterium für Trainingsadaptation vollkommen ungeeignet erscheint und für folgende Studien nicht zu empfehlen ist. Auf eine ausführliche Datendarstellung wurde daher verzichtet.

4.5.1.5 Durchschnittlicher Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz

Ein signifikanter Abfall des durchschnittlichen Anstiegs der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz konnte im Rahmen dieser

Studie nicht nachgewiesen werden. Allerdings zeigen der p-Wert von 0,08 der multiplen Kovarianzanalyse und der über den Probenzeitraum von 1,94 Schlägen/sec \pm 0,29 (n = 6) auf 1,70 Schläge/s \pm 0,40 (n = 5) fallende Mittelwert eine dahingehende Tendenz, so dass die Eignung dieses Parameters zur Trainingsbeurteilung über besser standardisierte Studien nochmals überprüft werden sollte. Der p-Wert der multiplen linearen Regressionsanalyse hingegen lieferte keinen Hinweis auf statistische Signifikanz. Der Regressionskoeffizient „Umwelt“ belief sich auf $-0,06$, der Regressionskoeffizient „Belastung“ auf $-0,01$ Punkte (s. 4.5.1). Auch hier findet sich eine Übersicht der ermittelten Daten im Anhang in Tabelle 56.

4.5.1.6 Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bei einer Beschleunigung von 150 m/min

Eine signifikante Veränderung des Mittelwertes für den Anstieg der Herzfrequenz/s vom Beginn des jeweiligen Galoppintervalls bis zum Erreichen einer Beschleunigung von 150 m/min konnte nicht nachgewiesen werden. Gleichwohl war ein Abfall des durchschnittlichen Herzfrequenzanstiegs über den Zeitraum der Trainingsbeprobungen von 2,66 Schlägen/sec \pm 1,42 (n = 6) auf 1,91 Schläge/s \pm 1,53 (n = 5) zu verzeichnen. Allerdings wurde der maximale Mittelwert von 3,97 Schlägen/s \pm 1,04 (n = 4) während der vorletzten Galopptrainingsbeprobungen erreicht, weshalb die p-Werte der multiplen Kovarianzanalyse und der multiplen linearen Regressionsanalyse deutlich nicht signifikant ausfallen (s. Tabelle 57 im Anhang). Der Regressionskoeffizient „Umwelt“ belief sich auf $-0,03$, der Regressionskoeffizient „Belastung“ auf 0,10 Punkte (s. 4.5.1).

4.5.1.7 Herzfrequenz past 0

Die Mittelwertbildung der Herzfrequenz in den ersten zehn Sekunden unmittelbar nach Beendigung des letzten Galoppintervalls lieferte die sogenannte Herzfrequenz past 0. Die multiple Kovarianzanalyse mit einem p-Wert von 0,0005 ergab statistisch hoch signifikante Ergebnisse (s. Tabelle 41). Der Mittelwert von 149,6 \pm 20,29 Schlägen/min (n = 8) fiel von der ersten bis zur letzten Beprobung auf 140,8 \pm 6,51

Schläge/min (n = 5). Auffällig ist die stark abnehmende Standardabweichung, die dafür spricht, dass sich die Werte der einzelnen Probanden im Verlauf der Beprobungen einander angenähert haben. Der p-Wert der multiplen linearen Regressionsanalyse ist jedoch als statistisch nicht signifikant zu bewerten. Der Regressionskoeffizient „Umwelt“ belief sich auf 3,13, der Regressionskoeffizient „Belastung“ auf 0,41 Punkte (s. 4.5.1).

Tab. 41: Herzfrequenz past 0 (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, p = 0,0005)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	149,6	20,3	0,14	118,6	172,7
2	6	166,8	21,2	0,13	126,9	187,2
3	7	146,0	20,7	0,14	122,9	185,9
4	6	147,5	22,8	0,15	118,7	185,7
5	4	156,9	5,44	0,03	151,3	163,2
6	5	140,8	6,51	0,04	132,9	149,9

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 42: Bereinigte Herzfrequenz past 0

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	153,7	22,0	0,14	119,6	182,1
2	6	169,1	26,4	0,16	121,8	199,1
3	7	143,3	20,0	0,14	119,6	180,0
4	6	145,1	23,5	0,16	112,3	181,8
5	4	155,3	6,59	0,04	148,5	162,6
6	5	139,4	8,77	0,06	130,4	151,2

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Beim Vergleich der Daten beider Tabellen fallen lediglich geringgradige Schwankungen der Mittelwerte durch die Berücksichtigung der Umwelt- und Belastungsfaktoren auf. Die Minima und Maxima hingegen schwanken immerhin um bis zu 11,9 Schläge/min (maximale Differenz im Rahmen der zweiten Beprobung). Inwiefern besonders einzelne Pferde von dieser Beeinflussung betroffen sind, wird im Rahmen der intraindividuellen Datenanalyse (s. 4.5.2) näher betrachtet.

4.5.1.8 Herzfrequenz past 5

Die Mittelwertbildung der Herzfrequenz genau fünf Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede im Verlauf der Beprobungen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das „Cool Down“ sehr unterschiedlichen Gestaltungen unterlag und nach fünf Minuten nicht immer in der selben Gangart geritten wurde. Beim Vergleich der Mittelwerte der ersten und letzten Beprobungen lässt sich ein durchschnittlicher Abfall der Herzfrequenz past 5 von 113,6 +/- 20,6 Schläge/min (n = 8) auf 104,8 +/- 5,89 Schläge/min (n = 5) erkennen.

4.5.1.9 Herzfrequenz past 10

Sowohl die Herzfrequenz der GPS-Aufzeichnungen zehn Minuten nach Ende des letzten Galoppintervalls als auch die zehn Minuten nach dem letzten Galoppintervall auskultatorisch ermittelte Herzfrequenz unterlag bei der multiplen Kovarianzanalyse einer signifikanten Veränderung. Die multiple lineare Regressionsanalyse hingegen verlief in beiden Fällen nicht signifikant. Zunächst kam es bei beiden Messmethoden zu einem deutlichen Anstieg des Mittelwertes von der ersten zur zweiten Beprobung, dem ein anschließender Abfall folgte. GPS-ermittelt stieg der Mittelwert von der ersten zur zweiten Beprobung von 76,8 +/- 11,4 Schlägen/min (n = 8) auf 99,5 +/- 15,2 Schläge/min (n = 6), um bei der letzten Beprobung das Minimum von 81,5 +/- 15,4 Schlägen/min (n = 5) zu erreichen (s. Tabelle 43). Die Regressionskoeffizienten „Umwelt“ und „Belastung“ beliefen sich für die mittels GPS aufgezeichnete Herzfrequenz auf 2,56 bzw. –0,55 Punkte und für die auskultatorischen Werte auf 2,68 bzw. 2,87 Punkte (s. 4.5.1).

Tab. 43: Herzfrequenz past 10 – GPS-Messung (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, p = 0,001)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	76,8	11,4	0,15	58,0	92,4
2	6	99,5	15,2	0,15	83,5	123,5
3	7	83,0	9,28	0,11	71,3	98,6
4	6	88,9	18,6	0,21	68,1	117,7
5	3	68,4	13,9	0,20	52,5	78,3
6	5	81,5	15,4	0,19	69,8	107,5

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 44: Bereinigte Herzfrequenz past 10 – GPS-Messung

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	80,1	12,3	0,15	57,8	95,8
2	6	101,5	17,2	0,17	78,5	126,5
3	7	80,6	8,01	0,10	70,7	94,7
4	6	87,0	16,6	0,19	66,2	111,1
5	3	67,1	13,6	0,20	51,6	76,7
6	5	80,3	13,9	0,17	65,2	100,9

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Bei der auskultatorischen Messung war der von Beprobung 1 auf 2 zu verzeichnende Anstieg nicht ganz so deutlich mit Mittelwerten von 77,4 +/- 10,9 Schlägen/min (n = 7) und 91,3 +/- 16,5 Schlägen/min (n = 6), dafür aber der anschließende Abfall noch deutlicher, da bei der letzten Beprobung ein Mittelwert von 72,8 +/- 5,8 Schlägen/min (n = 5) erreicht wurde (s. Tabelle 45). Die p-Werte lagen für beide Messmethoden in ähnlichen Bereichen mit 0,001 (p-Wert der multiplen Kovarianzanalyse für den GPS-ermittelten past 10-Wert) und 0,006 (p-Wert der multiplen Kovarianzanalyse für den auskultatorisch ermittelten past 10-Wert). Dies spricht dafür, dass die auskultatorischen und die GPS-ermittelten Messungen gleichermaßen geeignet sind, um Herzfrequenzveränderungen zu erfassen. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass zum Zeitpunkt der Probennahme mittels GPS stets dieselbe Gangart geritten wird, was im Rahmen dieser Studie nicht immer gewährleistet war. Daher werden die variierenden Gangarten im Rahmen der Datenermittlung in der intraindividuellen Auswertung berücksichtigt.

Tab. 45: Herzfrequenz past 10 auskultatorisch (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, $p = 0,006$)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	7	77,4	10,9	0,14	68	100
2	6	91,3	16,5	0,18	68	116
3	6	89,0	26,3	0,30	56	120
4	2	85,0	9,90	0,12	78	92
5	4	65,5	8,23	0,13	56	76
6	5	72,8	5,76	0,08	68	82

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 46: Bereinigte Herzfrequenz past 10 auskultatorisch

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	7	81,5	9,33	0,11	73,9	102,0
2	6	92,5	16,5	0,18	75,8	120,7
3	6	86,7	24,1	0,28	56,7	119,3
4	2	82,2	8,54	0,10	76,2	88,2
5	4	63,7	8,86	0,14	56,7	76,7
6	5	71,7	5,42	0,08	67,0	80,2

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Beim Vergleich der Rohdaten mit den bereinigten Daten wird offensichtlich, dass sich trotz Berücksichtigung der Umwelt- und Belastungsfaktoren weder für die auskultatorisch noch für die GPS-ermittelten Daten gravierende Veränderungen der Mittelwerte ergeben. Lediglich der erste Mittelwert ist in beiden Fällen durch die Bereinigung um ca. vier Schläge/min gestiegen. Bezüglich der Minima und der

Maxima sind jedoch Unterschiede zwischen den auskultatorisch und den GPS-ermittelten Daten feststellbar.

4.5.2 Intra- und interindividueller Vergleich der sich statistisch signifikant verändernden Herzfrequenzparameter

Alle Herzfrequenzparameter, bei denen eine statistisch signifikante Veränderung im Laufe der Saison nachgewiesen werden konnte, wurden zusätzlich zur statistischen Auswertung der Gruppe einer detaillierten intra- und interindividuellen Betrachtung unterzogen. Um die Daten besser zu veranschaulichen, wurde für die näher betrachteten Herzfrequenzparameter jeweils eine Grafik aus den bereinigten sowie den nicht bereinigten Daten erstellt, aus der die individuelle Entwicklung eines jeden Pferdes ersichtlich wird.

4.5.2.1 Intraindividueller Verlauf des arithmetischen Mittelwertes

In die Auswertung des arithmetischen Mittelwertes der Herzfrequenz während der Galoppintervalle (s. 3.2.2.3) gingen die Daten von allen acht Probanden ein, wobei Pferd Nr. 3 wegen mangelhafter Aufzeichnungen und anschließendem krankheitsbedingten Ausfall nur bis zum vierten Probenzeitpunkt und die Pferde Nr. 1 und 4 aufgrund des geplanten vorzeitigen Saisonendes nur bis zur fünften Probennahme einbezogen werden konnten (s. 4.1). Zur Errechnung des arithmetischen Mittelwertes der Herzfrequenz während der Galoppintervalle wurden alle Herzfrequenzwerte berücksichtigt, die während der absolvierten Intervalle erhoben wurden. Hierzu wurden die Erholungsphasen zwischen den einzelnen Intervallen ausgeschnitten und die Galoppintervalle zusammengezogen (s. 3.2.2.3). Die Abbildungen 15 und 16 zeigen den zeitlichen Verlauf des Mittelwertes über den gesamten Probenzeitraum. Jede Kurve ist hierbei einem Probanden zugeordnet. Während die x-Achse die jeweilige Probennahme kennzeichnet, deckt die y-Achse einen Herzfrequenzausschnitt von 130 – 200 Schlägen/min ab. Die Abbildungen dienen der Veranschaulichung der Entwicklung des arithmetischen Mittelwertes für jedes einzelne

Pferd und ermöglichen einen visuellen Vergleich einzelner Verläufe sowie einer etwaigen Veränderung der Daten durch die Datenbereinigung.

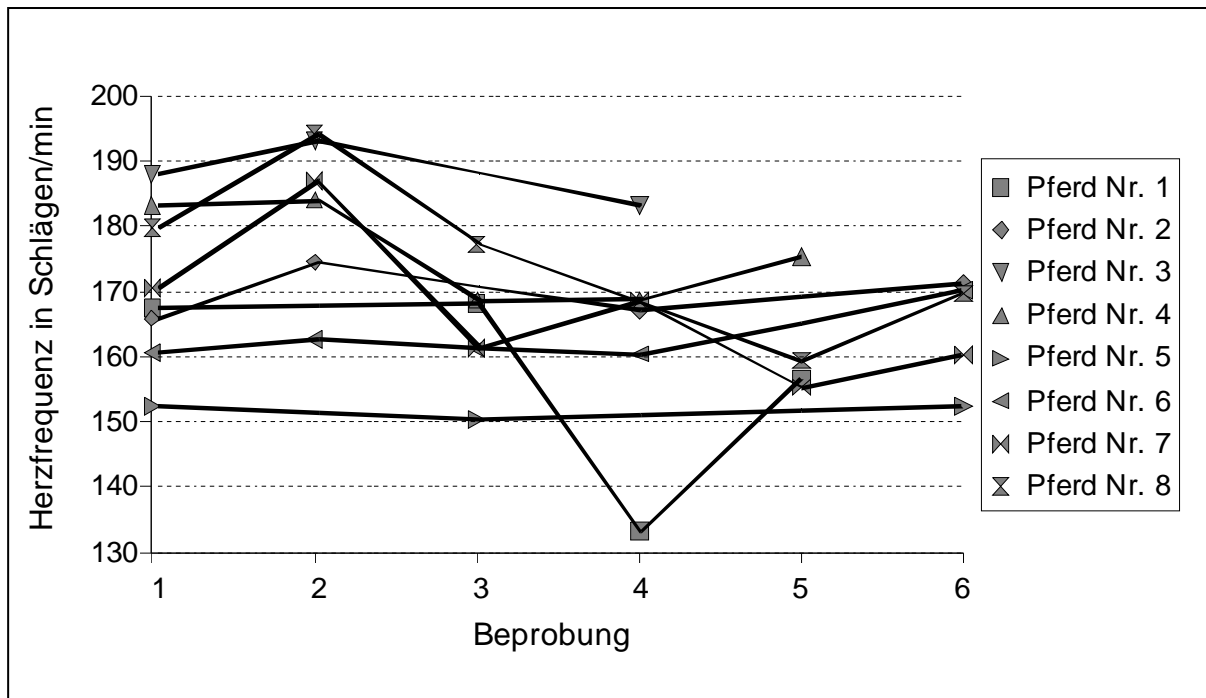


Abb. 15: Arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle

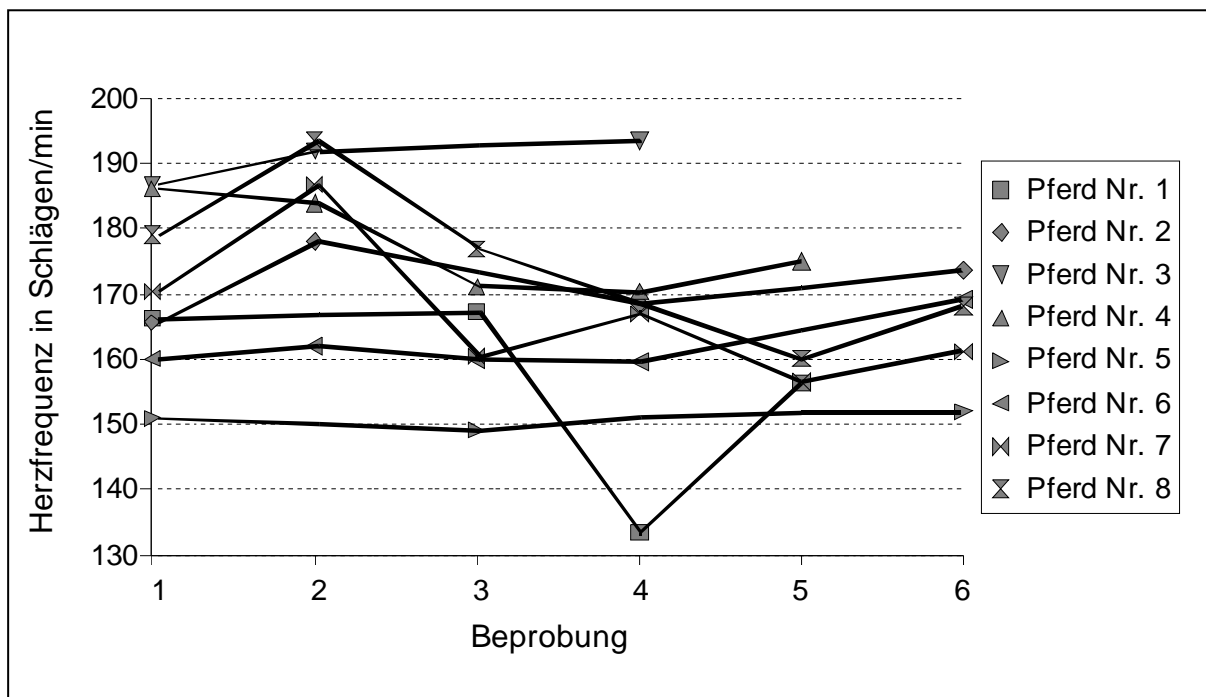


Abb. 16: Bereinigter arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle

Beim Vergleich beider Kurvenscharen fällt auf, dass die Bereinigung der Daten lediglich für Pferd Nr. 3 zu deutlichen Veränderungen geführt hat. Der Mittelwert für Pferd Nr. 3 fiel nach dem anfänglichen Anstieg von der ersten zur zweiten Beprobung im weiteren Verlauf bei Betrachtung der Rohdaten etwas unter den Ausgangswert ab, während er bei Betrachtung der bereinigten Daten nahezu konstant blieb. Für Pferd Nr. 4 fällt eine Veränderung der Daten nach Bereinigung auf, da der geringfügige Mittelwertanstieg von der ersten zur zweiten Beprobung in einen geringfügigen Werteabfall nach Bereinigung umgekehrt wird. Für alle anderen Pferde blieb die Bereinigung der Daten noch wirkungsloser. Aus diesem Grund und da sich der Einfluss der Umwelt- und Belastungsfaktoren nicht als statistisch signifikant absichern ließ, wird im Weiteren vorwiegend auf die nicht bereinigten Daten eingegangen. Bei allen fünf der in die zweite Beprobung einbezogenen Pferde zeigt sich ein Anstieg des Mittelwertes der Herzfrequenz von der ersten zur zweiten Probennahme. Mit Ausnahme von Pferd Nr. 3 ist ein Wiederansteigen des durchschnittlichen Mittelwertes zur letzten Beprobung hin zu beobachten. Dieser Wiederanstieg wird im Rahmen der intraindividuellen Auswertung näher betrachtet und könnte zumindest in vier Fällen auf eine Reduzierung des Arbeitspensums und somit einen Konditionsabfall vor der letzten Beprobung zurückzuführen sein.

4.5.2.1.1 Mittelwerte Pferd Nr. 1

Pferd Nr. 1 konnte insgesamt nur viermal beprobt werden (s. 4.4.1.1). Beim intraindividuellen Vergleich der Galopptrainings fiel auf, dass die drei Beprobungen zum Zeitpunkt 1, 3 und 5 einem sehr einheitlichen Aufbau folgten, während die vierte Beprobung etwas aus dem Rahmen fiel, da hier sowohl die längste Gesamtstrecke als auch die meisten Höhenmeter absolviert wurden. Da die durchschnittliche Geschwindigkeit jedoch etwa 100 m/min niedriger gewählt wurde als im Rahmen der übrigen beprobten Galopptrainings belief sich die Gesamtpunktsumme „Belastung“ für das vierte Galopptraining auf einen nur unwesentlich höheren Wert als bei den übrigen Galopptrainings. Bei Betrachtung der Mittelwertkurve ist von der ersten zur dritten Beprobung ein geringer Anstieg zu verzeichnen, dem dann jedoch ein extremer Abfall folgt. Der Wert der fünften und somit letzten Beprobung für Pferd Nr. 1 liegt dann wieder deutlich über dem Wert der vierten, aber auch deutlich unter dem Wert der dritten Beprobung. Da aufgrund der oben erläuterten Begebenheiten das

vierte Galopptraining nur eingeschränkt mit den übrigen Galopptrainings vergleichbar ist, die übrigen Galopptrainings jedoch eine sehr gute Vergleichbarkeit zueinander liefern, ist zusammenfassend festzustellen, dass sich der arithmetische Mittelwert zunächst auf einem relativ konstanten Niveau bewegt, bevor er dann deutlich abnimmt. Bei Betrachtung des Arbeitspensums zwischen den einzelnen Beprobungszeitpunkten fällt auf, dass stets ein sehr einheitlicher Tagesmittelwert mit einem Maximum von 11,7 Punkten vor der ersten Beprobung erreicht wurde (s. 4.3.2, Tabelle 15). Lediglich zwischen dem ersten und dritten Beprobungszeitpunkt wurde ein deutlich geringerer durchschnittlicher Tagesmittelwert erreicht, der sein Minimum mit 6,9 Punkten zwischen dem zweiten und dritten Beprobungszeitpunkt erreichte. Dieser geringere Trainingsreiz könnte dazu geführt haben, dass sich der arithmetische Mittelwert der Herzfrequenz von der ersten zur zweiten für Pferd Nr. 1 durchgeführten Beprobung nicht merklich verändert hat. Der besonders niedrige Herzfrequenzmittelwert im Rahmen der vierten Beprobung könnte einen Hinweis darauf liefern, dass eine größere Streckenlänge und das Absolvieren zusätzlicher Höhenmeter bei deutlich geringerer durchschnittlicher Geschwindigkeit entgegen des hier verwendeten Score-Schemas eine insgesamt geringere Beanspruchung bedeuten als eine kürzere Streckenlänge mit weniger Höhenmetern und höherer durchschnittlicher Geschwindigkeit.

4.5.2.1.2 Mittelwerte Pferd Nr. 2

Pferd Nr. 2 wurde im Rahmen dieser Studie insgesamt fünfmal beprobt, wobei nur vier der Beprobungen in die Auswertungen eingehen konnten, da eine der Messungen auf einer anderen Trainingsstrecke mit deutlich abweichendem Trainingsaufbau durchgeführt wurde (s. 4.4.1.2). Bei den vier in die Auswertung eingehenden Beprobungen fiel auf, dass das Gesamttrainingspensum deutlich variierte. Die erste Beprobung lieferte die kürzeste Streckenlänge und die geringsten Höhenmeter, während die zweite Beprobung die längste Strecke und die meisten Höhenmeter aufwies. Die beiden übrigen Beprobungen waren gut miteinander vergleichbar, wobei die letzte Beprobung durch eine etwas höhere durchschnittliche Geschwindigkeit und eine geringfügig längere Galoppstrecke nach dem Score-Schema insgesamt einen Belastungspunkt mehr erhielt (s. Tabelle 19). Die Mittelwertkurve für Pferd Nr. 2 zeigt nur geringe Schwankungen. Der Verlauf scheint

in etwa das Belastungspensum widerzuspiegeln, wobei eine gewisse Adaptation des Mittelwertes der Herzfrequenz stattzufinden scheint, da bei Wiedererreichen des Ausgangsmittelwertes bei der vierten Beprobung eine deutlich größere Belastungsintensität vorlag als bei der ersten Beprobung. Über die gesamte Saison betrachtet ist allerdings keine Abnahme, sondern sogar eine geringe Zunahme des arithmetischen Mittelwertes festzustellen. Das Arbeitspensum in den Beprobungszwischenzeiten blieb für Pferd Nr. 2 mit einem Maximum von 10,2 Punkten zwischen der zweiten und dritten Beprobung sehr konstant und wich lediglich im Zeitraum zwischen der dritten und der vierten Beprobung mit 8,0 Punkten etwas nach unten ab (s. 4.3.2, Tabelle 15).

4.5.2.1.3 Mittelwerte Pferd Nr. 3

Pferd Nr. 3 konnte aufgrund eines krankheitsbedingten Ausfalls nur an den ersten fünf Beprobungen teilnehmen. Ein arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz konnte lediglich für die Probenzeitpunkte 1, 3 und 4 errechnet werden. Zusätzlich ist zu beachten, dass der Galopptrainingsaufbau und die Trainingsstrecke der ersten beiden Beprobungen von jenen der dritten und vierten Beprobung abwichen (s. 4.4.1.3). Die Betrachtung der Mittelwertkurve zeigt zunächst den auch für die meisten anderen beprobten Pferde typischen Anstieg des Mittelwertes von der ersten zur zweiten Beprobung, gefolgt von einem Abfall knapp unter den Ausgangswert im Rahmen der vierten Beprobung. Das durchschnittliche Arbeitspensum zwischen den einzelnen Beprobungen nahm im Laufe der Saison kontinuierlich von ursprünglich durchschnittlich 7,9 Punkten ab, so dass die durchschnittliche Tagesgesamtsumme zwischen der dritten und der vierten Beprobung mit 4,7 Punkten lediglich noch etwa die Hälfte der durchschnittlichen Tagesgesamtsummen der übrigen Probanden betrug. Zur fünften Beprobung hin, die aufgrund mangelhafter Herzfrequenzaufzeichnungen jedoch nicht ausgewertet werden konnte, stieg die Tagesgesamtsumme zwar wieder geringgradig an, erreichte aber gleichwohl lediglich 5,3 Punkte.

4.5.2.1.4 Mittelwerte Pferd Nr. 4

Pferd Nr. 4 lieferte bis zur fünften Beprobung kontinuierliche Daten (s. 4.4.1.4). Das Galopptraining folgte zwei voneinander abweichenden Schemata. Im Rahmen des ersten, dritten und vierten Galopptrainings wurden je vier Galoppintervalle durchgeführt, während des zweiten und fünften Galopptrainings nur je drei Galoppintervalle. Somit war die Streckenlänge im Rahmen des ersten, dritten und vierten Galopptrainings deutlich länger und es wurden mehr Höhenmeter absolviert. Bei Betrachtung der Mittelwertkurve (s. Abbildung 15) fällt auf, dass sich der arithmetische Mittelwert von der ersten zur zweiten Beprobung kaum verändert, dann deutlich abfällt, um während der dritten und vierten Probennahme etwa auf dem gleichen Niveau zu verharren und im Rahmen der fünften Beprobung wieder leicht anzusteigen. Beim Vergleich der nach ähnlichem Schema aufgebauten Galopptrainings ist jeweils ein Abfall des Mittelwertes zu verzeichnen, der jedoch von der ersten zur dritten und vierten Beprobung deutlicher ausfällt als von der zweiten zur fünften Beprobung. Das durchschnittliche Trainingspensum blieb während der Saison weitgehend konstant und fiel lediglich zwischen der zweiten und dritten Beprobung mit 6,7 Punkten deutlich geringer aus als in den übrigen Beprobungswischenzeiten, da das Trainingspensum nach dem Start in einer besonders anspruchsvollen Prüfung zur Erholung des Pferdes vorübergehend reduziert wurde. Galopptrainings wurden in diesem Zeitraum überhaupt nicht durchgeführt. Das Maximum der durchschnittlichen Tagesgesamtsumme wurde mit 10,8 Punkten zwischen der ersten und zweiten Probennahme erreicht.

4.5.2.1.5 Mittelwerte Pferd Nr. 5

Pferd Nr. 5 konnte aufgrund einiger Messausfälle nur zu drei Beprobungszeitpunkten in die Auswertung eingehen, wurde aber immer in sehr ähnlicher Weise geritten, weshalb die einzelnen Galopptrainings eine gute Vergleichbarkeit lieferten (s. 4.4.1.5). Die Messwerte für Pferd Nr. 5 fielen bei allen drei Probennahmen nahezu identisch aus, so dass keine Adaptation des arithmetischen Mittelwertes über die Saison festgestellt werden konnte. Das durchschnittliche Arbeitspensum zwischen den einzelnen Beprobungen schwankte allerdings etwas deutlicher als bei den meisten Probanden und erreichte seinen Tiefpunkt mit 6,2 Punkten zwischen der

zweiten und dritten Beprobung nach einem krankheitsbedingten vorübergehenden Ausfall des Pferdes (s. 3.2.1.4). Ähnlich niedrig war das Arbeitspensum zwischen der fünften und sechsten Beprobung. Das Maximum von 8,9 Punkten wurde zwischen der ersten und zweiten Probennahme erreicht.

4.5.2.1.6 Mittelwerte Pferd Nr. 6

Pferd Nr. 6 wurde kontinuierlich über die gesamte Saison beprobt, allerdings konnte die fünfte Probennahme nicht in die Auswertungen eingehen, da eine psychische Beeinflussung der Herzfrequenzaufzeichnungen hoch wahrscheinlich war (s. 4.1). Da alle sonstigen Galopptrainings in sehr ähnlicher Weise durchgeführt wurden, ist eine gute Vergleichbarkeit gegeben (s. 4.4.1.6). Ähnlich wie bei Pferd Nr. 5 ist bei Pferd Nr. 6 keine deutliche Veränderung der Herzfrequenz feststellbar, lediglich die sechste Probennahme lieferte einen etwas höheren arithmetischen Mittelwert. Das minimale Arbeitspensum für Pferd Nr. 6 lag mit 6,2 Punkten zwischen der zweiten und der dritten Probennahme und war auch hier auf verletzungsbedingte Unterbrechungen zurückzuführen (s. 3.2.1.4). Im Anschluss steigerte sich die durchschnittliche Tagesgesamtsumme bis zur 5. Beprobung auf das Maximum von durchschnittlich 10,5 Punkten, um dann zur sechsten Beprobung hin wieder abzufallen. Insgesamt lässt sich auch für Pferd Nr. 6 keine Adaptation des arithmetischen Mittelwertes der Herzfrequenz feststellen.

4.5.2.1.7 Mittelwerte Pferd Nr. 7

Pferd Nr. 7 konnte während der gesamten Saison wie geplant beprobt werden (s. 4.4.1.7). Das Galopptraining war immer sehr ähnlich aufgebaut, variierte allerdings in der Intensität. Die Belastungsintensität der ersten beiden Galopptrainings lag zwischen den geringeren Intensitäten des dritten und vierten und den höheren Intensitäten des fünften und sechsten Galopptrainings. Die beiden letzten Trainings umfassten ein Galoppintervall mehr als die übrigen Galopptrainings. Bei Betrachtung der Mittelwertkurve (s. Abbildung 15) fällt auf, dass es zwischen dem ersten und zweiten miteinander vergleichbaren Galopptraining jeweils zu einem geringen Anstieg des arithmetischen Mittelwertes gekommen ist. Insgesamt ist über die Dauer der Saison aber ein deutlicher Mittelwertabfall zu verzeichnen, obwohl die letzten

beiden Galopptrainings die höchsten Belastungsintensitäten aufweisen. Die durchschnittliche Gesamtpunktsumme für das Arbeitspensum zwischen den einzelnen Beprobungen unterlag über die gesamte Saison immer wieder leichten Schwankungen mit einem Höchstwert von 11,0 Punkten zwischen der dritten und vierten Beprobung und einem Tiefstwert von 7,1 Punkten zwischen der fünften und sechsten Beprobung. Warum es von der dritten zur vierten Probennahme trotz vorherigem intensiverem Training und der geringsten Belastungsintensität zu einem geringgradigen Mittelwertanstieg kam, kann durch die Auswertung der vorliegenden Daten nicht beantwortet werden.

4.5.2.1.8 Mittelwerte Pferd Nr. 8

Bei Pferd Nr. 8 konnte lediglich die vierte Beprobung nicht durchgeführt werden (s. 4.1, Tabelle 12). Die einzelnen Galopptrainings lieferten eine relativ gute Vergleichbarkeit, jedoch wurde die Anzahl der Galoppintervalle zur vorletzten und letzten Beprobung hin von zwei auf drei Intervalle erhöht. Trotz der Intensitätszunahme beim fünften und sechsten Galopptraining ist nach dem anfänglichen Anstieg des arithmetischen Mittelwertes ein kontinuierlicher Abfall bis zur fünften Beprobung zu verzeichnen, bevor es im Rahmen der letzten Beprobung wieder zu einem geringen Mittelwertanstieg gekommen ist. Dies könnte daran liegen, dass das durchschnittliche tägliche Arbeitspensum nach Erreichen des Maximums für Pferd Nr. 8 von 10,7 Punkten zwischen der dritten und vierten Beprobung kontinuierlich bis zum Minimum von 7,1 Punkten zwischen der fünften und sechsten Beprobung reduziert wurde, so dass der Trainingsreiz vor der sechsten Beprobung geringer war als zuvor.

4.5.2.2 Intraindividueller Verlauf der Herzfrequenz past 0

In die Auswertung der Herzfrequenz past 0 gingen die Daten von allen acht Probanden ein, wobei Pferd Nr. 3 wegen mangelhafter Aufzeichnungen und anschließendem krankheitsbedingten Ausfall nur bis zum vierten Probenzeitpunkt und die Pferde Nr. 1 und 4 aufgrund des geplanten vorzeitigen Saisonendes nur bis zur fünften Probennahme einbezogen werden konnten (s. 4.1). Die Herzfrequenz past 0 wurde direkt im Anschluss an das spezielle Galoppbelastungstraining ermittelt. Hierzu wurde der arithmetische Mittelwert über zehn Sekunden gebildet (3.2.2.3). Die Abbildungen 17 und 18 zeigen den zeitlichen Verlauf der Herzfrequenz past 0 über den gesamten Probenzeitraum. Jede Kurve ist hierbei einem Probanden zugeordnet. Während die x-Achse die jeweilige Probennahme kennzeichnet, deckt die y-Achse einen Herzfrequenzausschnitt von 110 – 200 Schlägen/min ab. Die Abbildungen dienen der Veranschaulichung der Entwicklung der Herzfrequenz past 0 für jedes einzelne Pferd und ermöglichen einen visuellen Vergleich einzelner Verläufe sowie einer etwaigen Veränderung der Daten durch die Datenbereinigung.

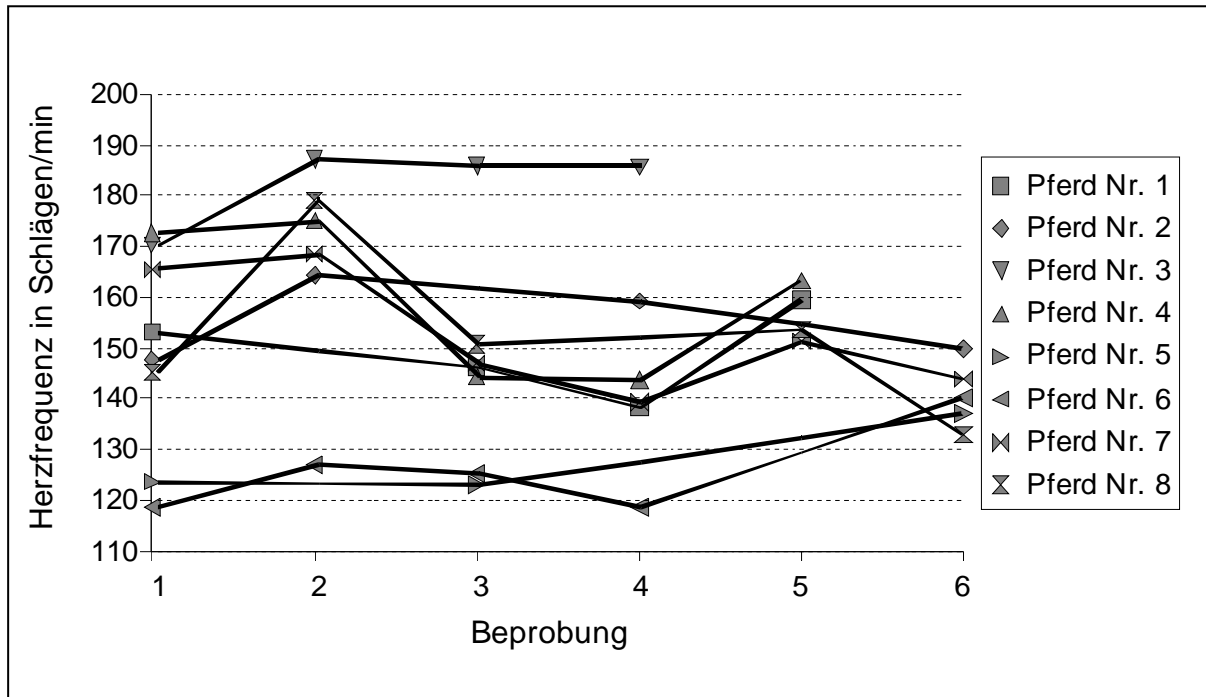


Abb. 17: Herzfrequenz past 0

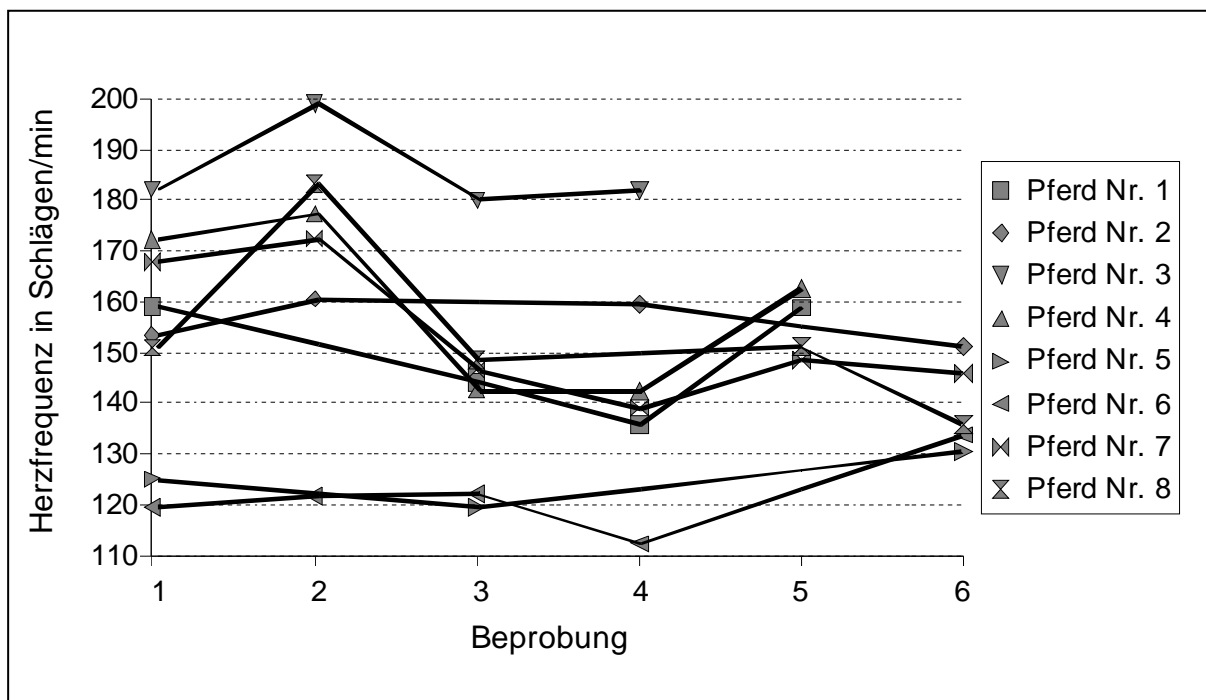


Abb. 18: Bereinigte Herzfrequenz past 0

Beim Vergleich beider Kurvenscharen fällt auf, dass die Bereinigung der Daten lediglich für Pferd Nr. 3 zu deutlichen Veränderungen geführt hat. Während die Herzfrequenz past 0 für Pferd Nr. 3 nach dem anfänglichen Anstieg von der ersten

zur zweiten Beprobung im weiteren Verlauf bei Betrachtung der Rohdaten weitgehend konstant verläuft, fällt sie bei Betrachtung der bereinigten Daten sowohl für die dritte als auch die vierte Beprobung auf den Ausgangswert zurück. Da der Einfluss der Umwelt- und Belastungsfaktoren nicht statistisch signifikant abgesichert werden konnte und auch für die Herzfrequenz past 0 nur für ein Pferd eine intraindividuell bedeutsame Beeinflussung vorhanden ist, wird im Weiteren auf die Rohdaten eingegangen.

Ebenso wie beim arithmetischen Mittelwert ist für alle Pferde mehr oder weniger auffällig, dass die Herzfrequenz past 0 von der ersten zur zweiten Probennahme ansteigt und zur dritten Beprobung hin wieder abfällt. Dies ist lediglich für die Pferde nicht der Fall, die zum zweiten Probenzeitpunkt nicht beprobt werden konnten oder keine auswertbaren Daten lieferten. Auffällig ist weiterhin, dass die Werte der dritten Probennahme für alle vier Pferde der „Konditionsgruppe Galopp“ mit 144,3 bis 150,6 Schlägen/min in einem sehr ähnlichen Bereich liegen, obwohl der Galopptrainingsaufbau für Pferd Nr. 4 deutlich vom Trainingsaufbau der Pferde Nr. 1, 7 und 8 abwich (s. 4.4.1.1 – 4.4.1.8). Die Pferde Nr. 5 und 6 bleiben von der ersten Beprobung an deutlich unter den Messwerten der übrigen Probanden und nähern sich erst bei der letzten Probennahme den Messwerten der restlichen Pferde an. Dies könnte darin begründet sein, dass lediglich die Pferde Nr. 5 und 6 vor Beendigung des letzten Galoppintervalls etwas ruhiger „ausgaloppiert“ wurden.

4.5.2.2.1 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 1

Die Betrachtung des Kurvenverlaufs für die Herzfrequenz past 0 zeigt zunächst einen Abfall der Messwerte, dem dann ein deutlicher Anstieg im Rahmen der letzten für Pferd Nr. 1 durchgeführten Beprobung bis etwas über den Ausgangswert folgt. Dieser Anstieg ist weder durch erschwerte Umweltbedingungen noch durch eine erhöhte Belastungsintensität erklärbar. Auch dem Probenprotokoll sind weder vom Autor noch vom Reiter festgestellte Auffälligkeiten zu entnehmen. Allerdings wurde bei Pferd Nr. 1 etwa eine Woche nach der letzten Beprobung ein schwerer Infekt mit deutlichen Leistungseinbußen festgestellt, so dass der beobachtete Herzfrequenzanstieg ein erstes Anzeichen für den sich anbahnenden Infekt gewesen sein könnte.

4.5.2.2.2 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 2

Für Pferd Nr. 2 kam es zunächst zu einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz past 0 von 148 auf 164 Schläge/min, dem dann ein kontinuierlicher Abfall folgte. Der Abfall der Herzfrequenz past 0 war nicht deutlich genug, um bei der letzten Beprobung einen geringeren Wert zu erreichen als zu Saisonbeginn. Daher ist für Pferd Nr. 2 über die gesamte Saison betrachtet keine Abnahme der Herzfrequenz past 0 feststellbar.

4.5.2.2.3 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 3

Lediglich für Pferd Nr. 3 traten durch die Datenbereinigung deutliche Veränderungen der Herzfrequenz past 0 ein. Dies scheint darauf zurückzuführen zu sein, dass für Pferd Nr. 3 zwischen der zweiten und der dritten Beprobung ein Wechsel des Trainingsgeländes und somit auch des Trainingsaufbaus stattgefunden hat (s. 4.4.1.3 und 4.5.2.1.3). Die Herzfrequenz past 0 steigt sowohl bei Betrachtung der Rohdaten als auch bei Betrachtung der bereinigten Daten von der ersten zur zweiten Beprobung deutlich an, bevor es in der Rohdatenkurve zu einem kaum merklichen Abfall der Herzfrequenz past 0 kommt. Im Gegensatz dazu fällt die Herzfrequenz past 0 in der bereinigten Datenkurve von der zweiten zur dritten Beprobung etwa genauso stark wieder ab wie sie zuvor angestiegen ist, um dann auf diesem Niveau zu verharren.

4.5.2.2.4 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 4

Bei Betrachtung des Verlaufs der Herzfrequenz past 0 fällt ein geringer Anstieg von der ersten zur zweiten Probennahme auf, dem ein deutlicher Abfall folgt. Lediglich die letzte für Pferd Nr. 4 durchgeführte Beprobung führte wieder zu einem Anstieg der Herzfrequenz past 0, wobei sich der gemessene Wert mit 163,2 Schlägen/min etwa mittig zwischen den Werten der ersten beiden Beprobungen und den Werten der dritten und vierten Beprobung ansiedelte. Beim Vergleich der besonders ähnlich aufgebauten Galopptrainings fällt auf, dass es sowohl von der ersten zur dritten als auch von der zweiten zur fünften Probennahme zu einem deutlichen Abfall der Herzfrequenz past 0 gekommen ist. Die gemessenen Werte der dritten und vierten

Beprobung fielen nahezu identisch aus. Auch der Verlauf über die gesamte Saison zeigt eine Abnahme der Herzfrequenz past 0.

4.5.2.2.5 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 5

Bei der Betrachtung der Herzfrequenz past 0 für Pferd Nr. 5 fiel zunächst ein geringer Abfall der Herzfrequenz von der ersten zur dritten Beprobung auf, dem dann ein Anstieg im Rahmen der sechsten Beprobung folgte, der über den Ausgangswert hinausging. Insgesamt ist über die Saison betrachtet keine deutliche Veränderung der Herzfrequenz past 0 feststellbar.

4.5.2.2.6 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 6

Für Pferd Nr. 6 stieg die Herzfrequenz past 0 von der ersten zur zweiten Probennahme geringgradig an, um über die dritte bis hin zur vierten Probennahme wieder etwa auf den Ausgangswert zurückzufallen. Im Rahmen der sechsten Beprobung kam es zu einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz past 0, so dass über die gesamte Saison betrachtet ein geringfügiger Anstieg der Messwerte zu verzeichnen ist.

4.5.2.2.7 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 7

Bei Pferd Nr. 7 kam es zu einem geringgradigen Belastungsabfall nach der ersten und zweiten Probennahme, der sich im Rahmen der fünften und sechsten Probennahme in einen deutlichen Belastungsanstieg umkehrte (s. 4.4.1.7 und 4.5.2.1.7. Die Verlaufskurve der Herzfrequenz past 0 spiegelt diese Belastungsverschiebungen in etwa wider. Nach einem äußerst geringen Anstieg der Herzfrequenz past 0 von der ersten zur zweiten Probennahme von 165,5 auf 168,5 Schläge/min kam es zu einem deutlichen Abfall auf 139,2 Schläge/min über die dritte zur vierten Probennahme. Diesem Abfall folgte ein erneuter Anstieg auf 151,3 Schläge/min zur fünften Beprobung hin. Allerdings erreichte dieser Anstieg einen Messwert, der lediglich knapp oberhalb des Messwertes der dritten Beprobung lag (146,9 Schläge/min) und zur sechsten Beprobung hin auf einen Messwert knapp

unterhalb der dritten Beprobung abfiel (143,9 Schläge/min), obwohl die Belastungsintensitäten im Rahmen des fünften und sechsten Galopptrainings am größten waren. Somit kommt es für Pferd Nr. 7 über die gesamte Saison betrachtet zu einem deutlichen Abfall der Herzfrequenz past 0.

4.5.2.2.8 Herzfrequenz past 0 Pferd Nr. 8

Pferd Nr. 8 zeigte einen auffällig deutlichen Anstieg der Herzfrequenz past 0 von der ersten zur zweiten Galopptrainingsbeprobung von 145,2 auf 179,1 Schlägen/min, dem ein Abfall auf etwa den Ausgangswert im Rahmen der dritten Beprobung folgte (150,6 Schläge/min). Bei der fünften Beprobung kam es nochmal zu einem geringgradigen Anstieg auf 153,6 Schläge/min, bevor im Rahmen der sechsten Beprobung mit 132,9 Schlägen/min der mit Abstand niedrigste Messwert erreicht wurde. Somit nimmt auch für Pferd Nr. 8 die Herzfrequenz past 0 im Laufe der Saison deutlich ab.

4.5.2.3 Intraindividueller Verlauf der Herzfrequenz past 10

In die Auswertung der Herzfrequenz past 10 gingen die Daten von allen acht Probanden ein. Pferd Nr. 3 konnte wegen mangelhafter Aufzeichnungen und anschließendem krankheitsbedingten Ausfall nur bis zum vierten Probenzeitpunkt in die GPS-ermittelten Daten einbezogen werden, lieferte für die vierte Beprobung allerdings noch auskultatorisch ermittelte Werte. Die Pferde Nr. 1 und 4 konnten aufgrund des geplanten vorzeitigen Saisonendes nur bis zur fünften Probennahme einbezogen werden konnten (s. 4.1). Um die Herzfrequenz past 10 zu ermitteln, wurde im Anschluss an das spezielle Galoppbelastungstraining zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls der arithmetische Mittelwert über zehn Sekunden gebildet (s. 3.2.2.3). Die Abbildungen 19 – 22 zeigen den zeitlichen Verlauf der auskultatorischen bzw. GPS-ermittelten Herzfrequenz past 10 über den gesamten Probenzeitraum. Jede Kurve ist hierbei einem Probanden zugeordnet. Während die x-Achse die jeweilige Probennahme kennzeichnet, deckt die y-Achse einen Herzfrequenzausschnitt von 50 – 130 Schlägen/min ab. Die Abbildungen dienen der Veranschaulichung der Entwicklung der Herzfrequenz past 10 für jedes einzelne Pferd und ermöglichen einen visuellen Vergleich einzelner Verläufe sowie einer etwaigen Veränderung der Daten durch die Datenbereinigung.

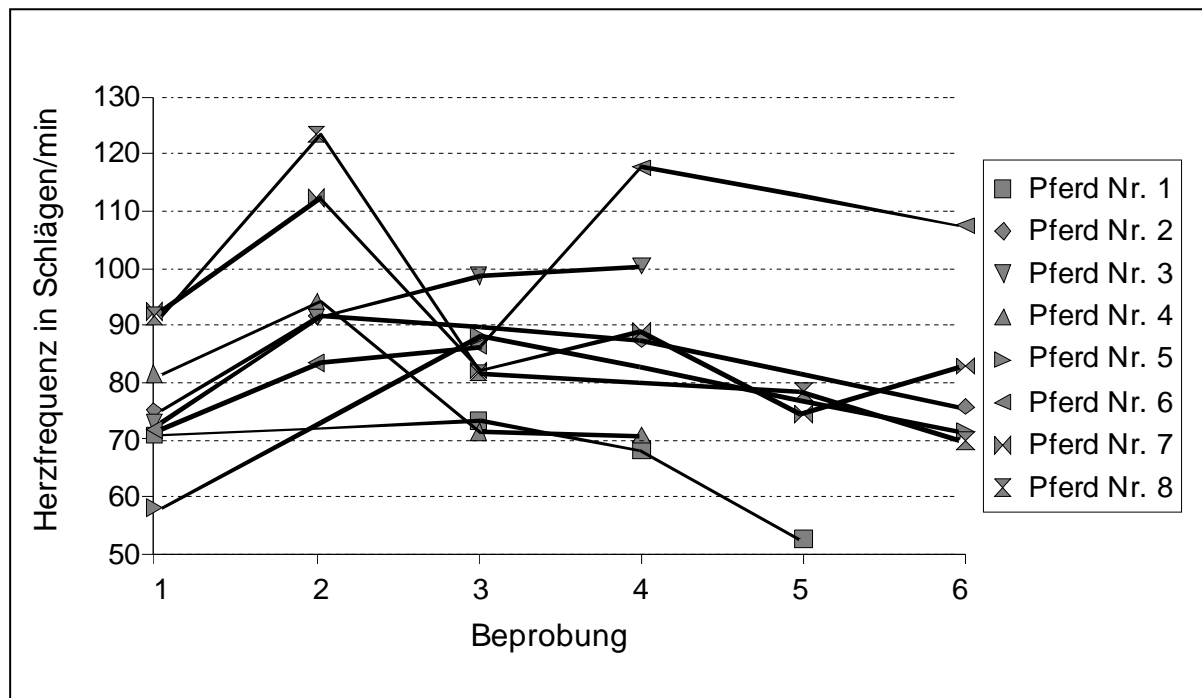


Abb. 19: Herzfrequenz past 10 GPS-ermittelt

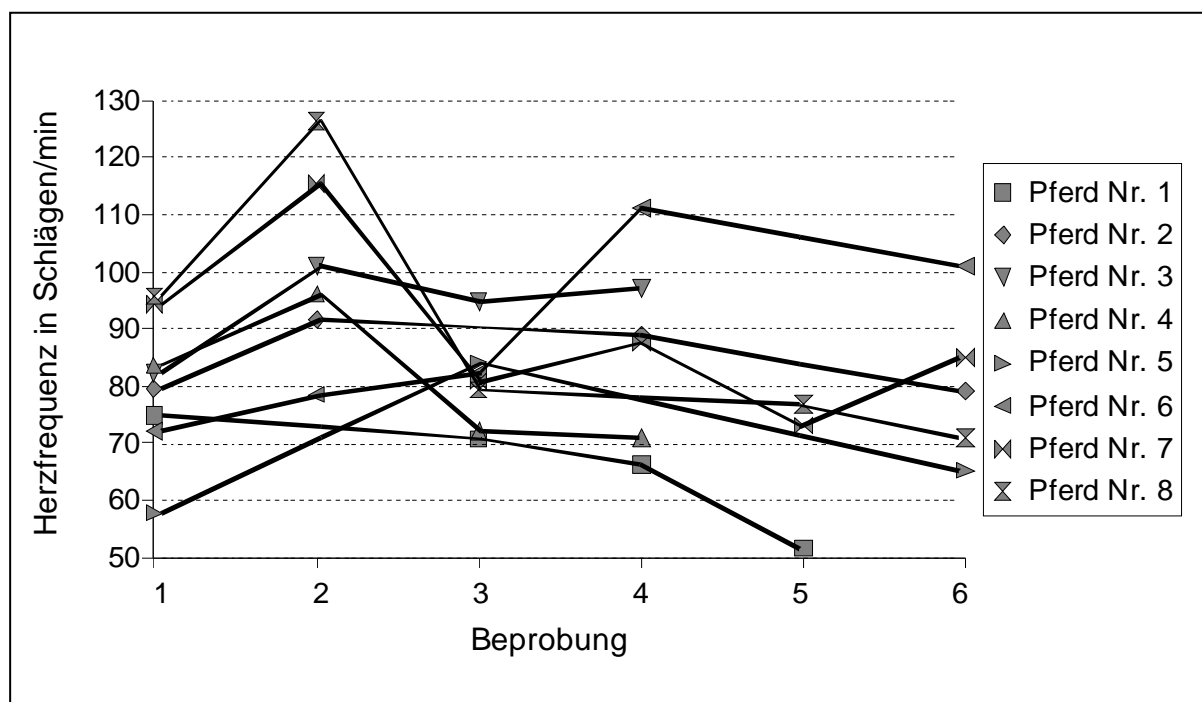


Abb. 20: Bereinigte Herzfrequenz past 10 GPS-ermittelt

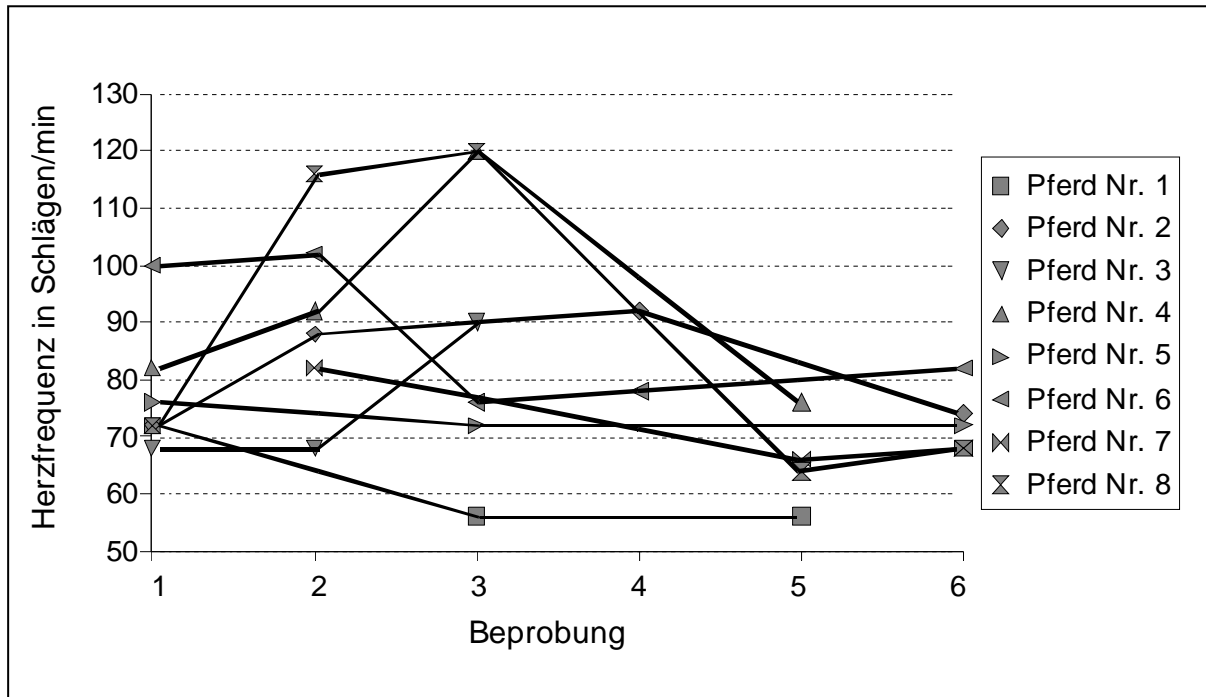


Abb. 21: Herzfrequenz past 10 auskultatorisch ermittelt

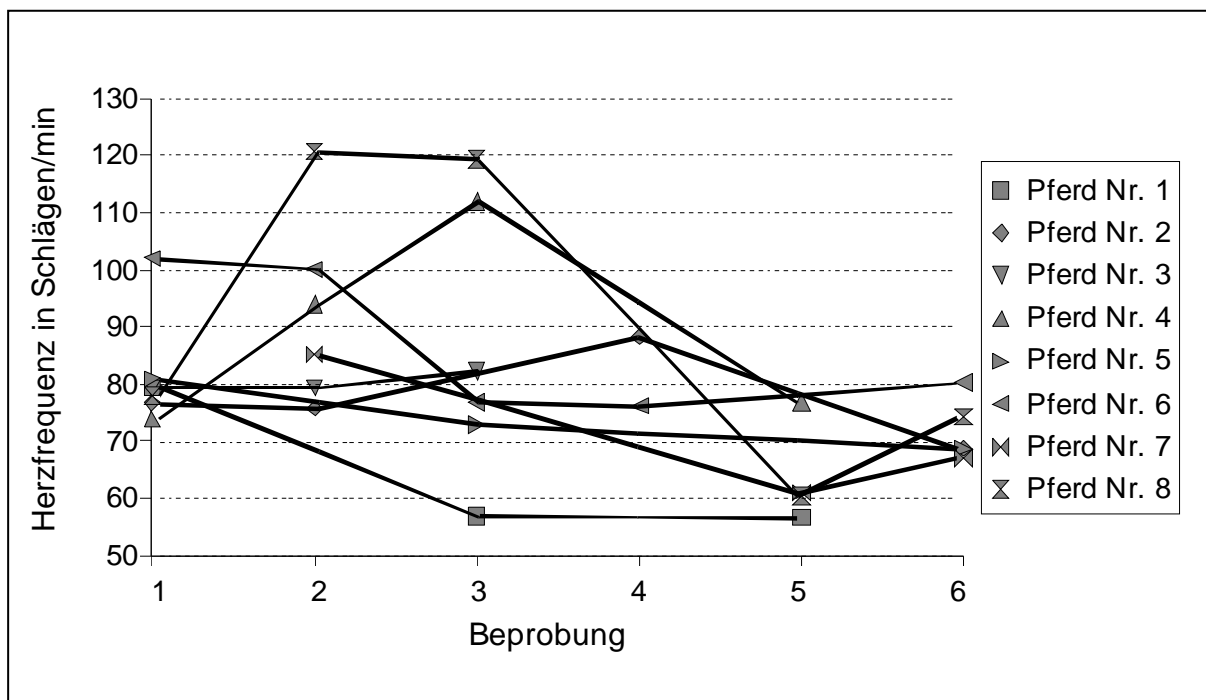


Abb. 22: Bereinigte Herzfrequenz past 10 auskultatorisch ermittelt

Bei Betrachtung der auskultatorisch bzw. GPS-ermittelten Kurvenscharen fällt auf, dass es bei elf von insgesamt 29 sowohl auskultatorisch als auch mittels GPS durchgeführten Messungen zu deutlichen Schwankungen zwischen den

unterschiedlichen Messtechniken gekommen ist. Die genauen Differenzen der Messwerte werden bei der folgenden intraindividuellen Betrachtung der einzelnen Pferde aufgeführt (s. 4.5.2.3.1 – 4.5.2.3.8). Ursächlich für die Schwankungen kommt in Frage, dass die GPS-ermittelten Werte stets genau 10 Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls erhoben wurden, obwohl die Pferde in einigen Fällen zu diesem Zeitpunkt noch nicht zum Stillstand gekommen waren. Die auskultatorisch ermittelten Werte wurden hingegen immer am stehenden Pferd, also im Vergleich zum GPS mit einer zeitlichen Ungenauigkeit versehen, gemessen. Es erfolgte parallel eine Blutprobenentnahme. Da es aus organisatorischen Gründen nicht immer möglich war, die Herzfrequenzmessung und die Blutprobenentnahme in identischer Reihenfolge unmittelbar nach dem Durchparieren des Pferdes durchzuführen, könnte das längere Stillstehen in solchen Fällen zu einer deutlicheren Wiederberuhigung der Herzfrequenz geführt haben. Daher sind die auskultatorischen und die GPS-ermittelten Herzfrequenzen past 10 nicht zu vergleichen.

Die Kurvenscharen der auskultatorisch ermittelten Herzfrequenzen zeigen eine geringfügige Veränderung der Kurvenverläufe der Rohdaten im Vergleich zu den Kurvenverläufen der bereinigten Daten für die Pferde Nr. 2 und 4. Für Pferd Nr. 2 unterlag der zum Zeitpunkt 2 ermittelte Wert einer Beeinflussung und wurde nach oben bereinigt, so dass er etwa dem Wert der vierten Beprobung entsprach und auch für Pferd Nr. 3 erfolgte die Korrektur im Rahmen der Bereinigung nach oben, so dass die ersten beiden Werte näher an den Wert der dritten Beprobung heranrückten.

Im Gegensatz dazu kam es beim Vergleich der GPS-ermittelten Werte nur bei Pferd Nr. 3 zu nennenswerten Veränderungen, die dazu führten, dass die Werte der ersten und zweiten Beprobung um etwa 10 Schläge/min angehoben wurden. Dadurch änderte sich der Anstieg der Rohdaten dahingehend, dass es nach der Bereinigung zwar zu einem Anstieg von der ersten zur zweiten Beprobung kam, dann jedoch ein weitgehend gleichbleibendes Niveau gehalten wurde.

Wie oben bereits mehrfach besprochen, ließ sich der Einfluss der Umwelt- und Belastungsfaktoren nicht statistisch signifikant absichern, so dass auch im Weiteren lediglich auf die Rohdaten eingegangen wird.

Schon wie bei der Betrachtung der Kurvenscharen des arithmetischen Mittelwertes und der Herzfrequenz past 0 fällt auch bei der Herzfrequenz past 10 sowohl auskultatorisch als auch GPS-ermittelt der Anstieg der Messwerte von der ersten zur zweiten Probennahme auf. Pferd Nr. 1 und 5 zeigen diesen Anstieg nicht, allerdings ist hierbei zu beachten, dass bei diesen Pferden die zweite Beprobung nicht durchgeführt werden konnte. Für alle Pferde gleichermaßen fällt auf, dass der Ruhewert der Herzfrequenz zehn Minuten nach Belastungsende noch nicht wiedererreicht wurde. Pferd Nr. 1 zeigte im Laufe der Saison die niedrigsten gemessenen Herzfrequenzen past 10, während Pferd Nr. 6 bei der vierten und sechsten Beprobung besonders hohe Messwerte lieferte.

4.5.2.3.1 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 1

Für Pferd Nr. 1 fällt der erste und letzte erhobene Wert auskultatorisch und GPS-ermittelt nahezu identisch aus, während es für den Messwert der dritten Probennahme zu einer deutlichen Abweichung gekommen ist. So liegt der auskultatorisch ermittelte Wert mit 56 Schlägen/min 17,2 Schläge/min unter dem GPS-ermittelten Wert (73,2 Schläge/min). Dies könnte daran liegen, dass Pferd Nr. 1 für die auskultatorisch durchgeführte Messung schon etwas länger gestanden hat, da bei der dritten Beprobung ausnahmsweise die Blutprobenentnahme zuerst durchgeführt wurde. Über die gesamte Saison betrachtet zeigen allerdings beide Messmethoden eine deutliche Abnahme der Herzfrequenz past 10 für Pferd Nr. 1.

4.5.2.3.2 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 2

Für Pferd Nr. 2 kommt es von der ersten zur zweiten Probennahme zu einem deutlichen Herzfrequenzanstieg. Während sich die Herzfrequenz past 10 bei der vierten Beprobung auf einem ähnlichen Niveau befindet wie im Rahmen der zweiten Beprobung, folgt anschließend ein Herzfrequenzabfall etwa zurück auf das Niveau des Ausgangswertes. Das bedeutet, dass es für Pferd Nr. 2 zu keiner

trainingsbedingten Adaptation der Herzfrequenz past 10 im Laufe der Saison gekommen ist.

4.5.2.3.3 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 3

Für Pferd Nr. 3 konnten auskultatorisch drei, GPS-ermittelt vier Werte erhoben werden. Während die Messwerte der ersten Beprobung für beide Messmethoden sehr einheitlich ausfielen und auch zum Zeitpunkt der dritten Beprobung nur geringe Unterschiede feststellbar waren, unterschieden sich die Messungen der zweiten Beprobung um immerhin 13,5 Schläge/min. Hier fiel die auskultatorische Messung mit 68 Schlägen/min deutlich niedriger aus als die mittels GPS durchgeführte Messung mit 91,5 Schlägen/min. Somit kam es auskultatorisch nach gleichbleibenden Werten während der ersten und zweiten Beprobung zu einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz past 10 zur dritten Beprobung hin. Im Gegensatz dazu zeigen die GPS-ermittelten Werte einen kontinuierlich Anstieg. Bei Betrachtung der Geschwindigkeitsaufzeichnungen fällt auf, dass Pferd Nr. 3 zum Zeitpunkt der GPS-ermittelten Messung bei der zweiten und vierten Beprobung noch im Schritt bewegt wurde, während es bei der ersten und dritten Messung bereits zum Stillstand gekommen war. Dies wird die Erklärung für die variierenden Messergebnisse sein. Zusammenfassend über die Saison gesehen kam es bei beiden Messmethoden zu einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz past 10, der bei Betrachtung der bereinigten Daten jedoch wesentlich geringer ausfällt.

4.5.2.3.4 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 4

Für Pferd Nr. 4 fällt mit 48,7 Schlägen/min ein enorm unterschiedlicher Wert zwischen den auskultatorischen und den GPS-ermittelten Daten bei der dritten Beprobung auf. Bei allen anderen Probennahmen kommen sich die Werte sehr nahe. Bei der dritten Beprobung wurde auskultatorisch ein Wert von 120 Schlägen/min erreicht, während die GPS-Messung lediglich 71,3 Schläge/min angab. Bei der Herzfrequenzaufzeichnung mittels GPS handelte es sich um eine Aufzeichnung von außerordentlich guter Qualität, in der keine erkennbaren Fehlmessungen aufgezeichnet wurden. Dennoch wurde während des Stillstands des Pferdes zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls kein

Herzfrequenzwert von über 85 Schlägen/min aufgezeichnet. Des Weiteren wurden weder ungewöhnliche Umweltbedingungen noch anderweitige Vorfälle beobachtet und auch das Verhalten des Pferdes war unauffällig, so dass sich der auskultatorisch ungewöhnlich hohe Messwert nicht erklären lässt. Somit muss davon ausgegangen werden, dass es sich bei diesem Wert um einen Übertragungsfehler in den Aufzeichnungen und somit wahrscheinlich einen methodischen Fehler handelt. Unter Nichtbeachtung des offensichtlich fehlerhaften Messwertes kommt es bei beiden Messmethoden zunächst zu einem Anstieg der Herzfrequenz past 10 bevor es zu einem deutlichen Abfall bis unter den Ausgangswert kommt. Insgesamt führen auch für Pferd Nr. 4 beide Messmethoden zu einem Abfall der Herzfrequenz past 10 im Laufe der gesamten Saison.

4.5.2.3.5 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 5

Für Pferd Nr. 5 konnten zu drei Zeitpunkten auswertbare Messungen durchgeführt werden, wobei lediglich die Messung zum Zeitpunkt 6 vergleichbare Werte aus beiden Messmethoden lieferte. Im Rahmen der ersten Messung kam es zu einer 19,2 Schläge/min höheren auskultatorischen als GPS-ermittelten Messung, im Rahmen der dritten Beprobung fiel die auskultatorische Messung mit 16,1 Schlägen/min niedriger aus. Bei Betrachtung der Geschwindigkeitsaufzeichnungen fällt auf, dass die GPS-ermittelte Messung im Rahmen der dritten Beprobung erfolgte, als sich das Pferd noch im Schritt bewegte, während die anderen beiden Messungen erfolgten, nachdem das Pferd bereits zum Stillstand gekommen war. Dies könnte die Abweichung der GPS-Messung im Rahmen der dritten Beprobung erklären, nicht aber die Abweichung im Rahmen der ersten Beprobung. Durch die abweichenden Werte stellt sich auch der Kurvenverlauf der auskultatorischen und der GPS-ermittelten Herzfrequenzkurve unterschiedlich dar. So blieben die auskultatorisch erhobenen Werte über die gesamte Saison hinweg mit Werten zwischen 72 und 76 Schlägen/min ausgesprochen konstant, während es im Rahmen der GPS - Messungen zunächst zu einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz past 10 von 58,0 auf 88,1 Schläge/min kam, dem ein Abfall auf 71,5 Schläge/min folgte. Der Ausgangswert wurde GPS-ermittelt allerdings nicht wieder erreicht, so dass bei Pferd Nr. 5 keine Adaptation der Herzfrequenz past 10 im Laufe der Saison stattgefunden hat.

4.5.2.3.6 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 6

Auch bei Pferd Nr. 6 kam es zu deutlichen Schwankungen zwischen der auskultatorischen und der GPS-ermittelten Datenerhebung. Insgesamt konnten mit beiden Messmethoden fünf Beprobungen durchgeführt werden, wobei lediglich die Ergebnisse der dritten Beprobung für beide Messmethoden etwa vergleichbar waren (s. Abbildung 19 und 21). Auskultatorisch befanden sich die Messungen im Rahmen der ersten beiden Beprobungen einheitlich auf einem sehr hohen Niveau, fielen dann aber zur dritten Beprobung hin deutlich ab, um anschließend bis zur sechsten Beprobung wieder geringgradig anzusteigen aber schließlich deutlich unter dem Ausgangswert zu enden. Die GPS-Messungen hingegen zeigten einen nahezu umgekehrten Verlauf, so dass die Herzfrequenz past 10 GPS-ermittelt im Laufe der Saison deutlich anstieg. Bei Betrachtung der Geschwindigkeitsaufzeichnungen wird deutlich, dass Pferd Nr. 6 bei der Ermittlung der GPS-Werte im Rahmen der ersten und zweiten Beprobung bereits zum Stillstand gekommen war, während das Pferd im Rahmen der vierten Beprobung sogar noch im Trab und im Rahmen der sechsten Beprobung im Schritt geritten wurde. Daher sind die GPS-ermittelten Werte im Rahmen der vierten und sechsten Beprobung als Fehlmessungen zu bezeichnen und veranschaulichen die Beeinflussbarkeit der Herzfrequenz durch die Geschwindigkeit. Die auskultatorisch ermittelten Werte weisen jedoch eine deutliche Adaptation der Herzfrequenz past 10 im Laufe der Saison auf.

4.5.2.3.7 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 7

Für Pferd Nr. 7 konnten zu drei Zeitpunkten auskultatorische Messungen durchgeführt werden, während GPS-ermittelt über die gesamte Saison hinweg Datenerhebungen zustande kamen. Die GPS-Messungen erfolgten bis auf den Wert der zweiten Probennahme während der Bewegung im Schritt, was die im Verhältnis zur auskultatorisch erhobenen Messung etwas höheren Werte erklären dürfte. Die GPS-Messung für den Wert der zweiten Beprobung wurde hingegen im Stillstand ermittelt. Dennoch ist die Differenz des Herzfrequenzwertes der zweiten Beprobung besonders auffällig, da die auskultatorische Messung eine um 18,5 Schläge/min geringere Herzfrequenz past 10 liefert. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Pferd Nr. 7 zum Zeitpunkt der GPS-Messung gerade erst durchpariert wurde, was durch die

Geschwindigkeitsaufzeichnungen deutlich wird, während es zum Zeitpunkt der Auskultation schon einige Sekunden gestanden hat. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Verfasserin zeitgleich auch die Auskultation für Pferd Nr. 8 durchführen musste, was zuerst geschah. Bei Betrachtung der Herzfrequenzkurven kommt es auskultatorisch zu einem deutlichen Abfall der Herzfrequenz past 10, während der GPS-ermittelte Verlauf deutlich uneinheitlicher ausfällt, da sich Anstieg und Abfall der Herzfrequenz past 10 kontinuierlich abwechseln. Letztendlich kommt es aber auch im Rahmen der GPS-Messungen zu einem Abfall im Laufe der Saison.

4.5.2.3.8 Herzfrequenz past 10 Pferd Nr. 8

Pferd Nr. 8 konnte über die Saison hinweg insgesamt fünf mal beprobt werden und lieferte bei jeder Beprobung auswertbare Daten. Zu beachten ist, dass die GPS-Messungen im Rahmen der ersten, dritten und fünften Beprobung im Schritt erfolgten, was die geringgradig höheren GPS-ermittelten Werte im Rahmen der ersten und fünften Beprobung erklären dürfte. Der GPS-ermittelte Wert der dritten Beprobung fiel hingegen trotz Erhebung im Schritt mit 81,6 Schlägen/min deutlich niedriger aus als der auskultatorisch ermittelte Herzfrequenzwert past 10 mit 120 Schlägen/min. Da es sich bei der Herzfrequenzaufzeichnung mittels GPS um eine Aufzeichnung von außerordentlich guter Qualität handelt, in der keine erkennbaren Fehlmessungen aufgezeichnet wurden, weder ungewöhnliche Umweltbedingungen noch anderweitige Vorfälle beobachtet wurden und auch das Verhalten des Pferdes unauffällig war, lässt sich der auskultatorisch ungewöhnlich hohe Messwert nicht erklären. Da es sich außerdem um den gleichen Messwert handelt, der auch bei Pferd Nr. 4 bereits als methodischer Fehler eingestuft wurde und beide Werte bei der selben Probennahme ermittelt wurden, verhärtet sich die Annahme, dass es sich auch hier um einen Übertragungsfehler in den Aufzeichnungen und somit einen methodischen Fehler handelt. Im Rahmen der zweiten und sechsten Beprobung waren die auskultatorisch und GPS- erhobenen Werte sehr ähnlich. Bei alleiniger Betrachtung der auskultatorisch ermittelten Werte kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Herzfrequenz von der ersten zur zweiten Beprobung, gefolgt von einem weiteren geringgradigen Anstieg zur dritten Beprobung, bevor ein massiver Herzfrequenzabfall zu verzeichnen ist, so dass der Herzfrequenzwert past 10 im Rahmen der sechsten Beprobung trotz erneutem geringgradigen Anstieg unter dem

Ausgangswert liegt. Auch bei der Betrachtung der GPS-ermittelten Werte fällt zunächst der deutliche Anstieg von der ersten zur zweiten Probennahme auf, dem dann jedoch direkt kontinuierlich ein Herzfrequenzabfall folgt. Somit ist ein Abfall der Herzfrequenz past 10 im Laufe der Saison für beide Messmethoden gegeben, wenn auch der GPS-ermittelte Abfall wesentlich deutlicher ausfällt.

4.5.2.4 Interindividueller Vergleich des Mittelwertes und der Herzfrequenz past 0 und past 10

Eine statistisch signifikante Veränderung über die Saison konnte für den arithmetischen Mittelwert, die Herzfrequenz past 0 und die Herzfrequenz past 10 sowohl auskultatorisch als auch GPS-ermittelt festgestellt werden. Da eine statistische interindividuelle Auswertung aufgrund der geringen Anzahl an Probanden nicht sinnvoll ist, beschränkt sich die Auswertung auf eine deskriptive Zusammenfassung. Wie unter 4.3.1 beschrieben, lassen sich die Methoden, mit denen die Pferde im Laufe der Saison trainiert wurden, in zwei Gruppen zusammenfassen. Die Pferde Nr. 1, 4, 7 und 8 (im Folgenden „Konditionsgruppe Galopp“) absolvierten einen hohen Anteil an dressurmäßiger Arbeit und regelmäßigen Galopptrainings nach dem Prinzip der Intervallmethode. Pferd Nr. 3 wurde deutlich seltener dressurmäßig gearbeitet, absolvierte dafür aber mit Abstand die meisten Galopptrainings ebenfalls nach der Intervallmethode. Die Pferde Nr. 2, 5 und 6 (im Folgenden „Konditionsgruppe Schritt und Trab“) hingegen wurden ähnlich intensiv dressurmäßig gearbeitet wie die erste Pferdegruppe, absolvierten aber einen geringeren Anteil an Galopptrainings und dafür deutlich mehr Konditionseinheiten im Schritt und Trab. Das Galopptraining wurde für die Pferde Nr. 5 und 6 aus der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ nach dem Prinzip der Wechselmethode im Rahmen der Dauermethode durchgeführt. Für Pferd Nr. 2 folgte der Galopptrainingsaufbau einer Kombination aus Dauer- und Intervallmethode (s. 4.4.1.2). Hieraus resultiert, dass sich nicht nur die prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte, sondern auch der Aufbau der absolvierten Galopptrainings zwischen den beiden Gruppen unterschieden. Bezüglich des durchschnittlichen Arbeitspensums liegen die Mittelwerte für alle Pferde mit Ausnahme von Pferd Nr. 3 in ähnlichen Bereichen. Pferd Nr. 3 wurde mit einem Tagesdurchschnitt von 6,2

Punkten deutlich weniger intensiv gearbeitet als die übrigen Probanden. Die Pferde der „Konditionsgruppe Galopp“ erreichten einen Mittelwert von 9,3 Punkten, die Pferde der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ lagen mit einem Mittelwert von 8,6 Punkten etwas darunter.

Da für Pferd Nr. 3 insgesamt nur wenige Daten erhoben werden konnten und das Trainingsprogramm deutlich von den anderen Trainingsprogrammen abwich, werden im Folgenden lediglich die beiden Gruppen miteinander verglichen.

Für alle Pferde aus der „Konditionsgruppe Galopp“ kam es zunächst zu einer Zunahme sowohl des arithmetischen Mittelwertes als auch der Herzfrequenzen past 0 und past 10 von der ersten zur zweiten Beprobung (s. Abbildung 23 und Tabelle 58 im Anhang). Während der arithmetische Mittelwert durchschnittlich um 10,5 Schläge/min zunahm, beliefen sich die Mittelwertzunahmen für die Herzfrequenz past 0 auf 9,1 Schläge/min, für die Herzfrequenz past 10 auskultatorisch auf 21,5 und GPS-ermittelt auf 27 Schläge/min. Des Weiteren konnte ein Anstieg des arithmetischen Mittelwertes von der vorletzten zur letzten durchgeführten Beprobung um durchschnittlich 7,7 Schläge/min festgestellt werden. Insgesamt über die gesamte Saison betrachtet, kam es jedoch bei allen Pferden aus „Konditionsgruppe Galopp“ zu einem deutlichen Abfall sowohl des arithmetischen Mittelwertes als auch der Herzfrequenz past 0 und past 10 auskultatorisch um jeweils ca. 10 Schläge/min. Für die GPS-ermittelte Herzfrequenz past 10 kam es sogar zu einem durchschnittlichen Herzfrequenzabfall um 15,1 Schläge/min, so dass alle vier Parameter auch im Rahmen einer Feldstudie einen Trainingseffekt widerzuspiegeln scheinen.

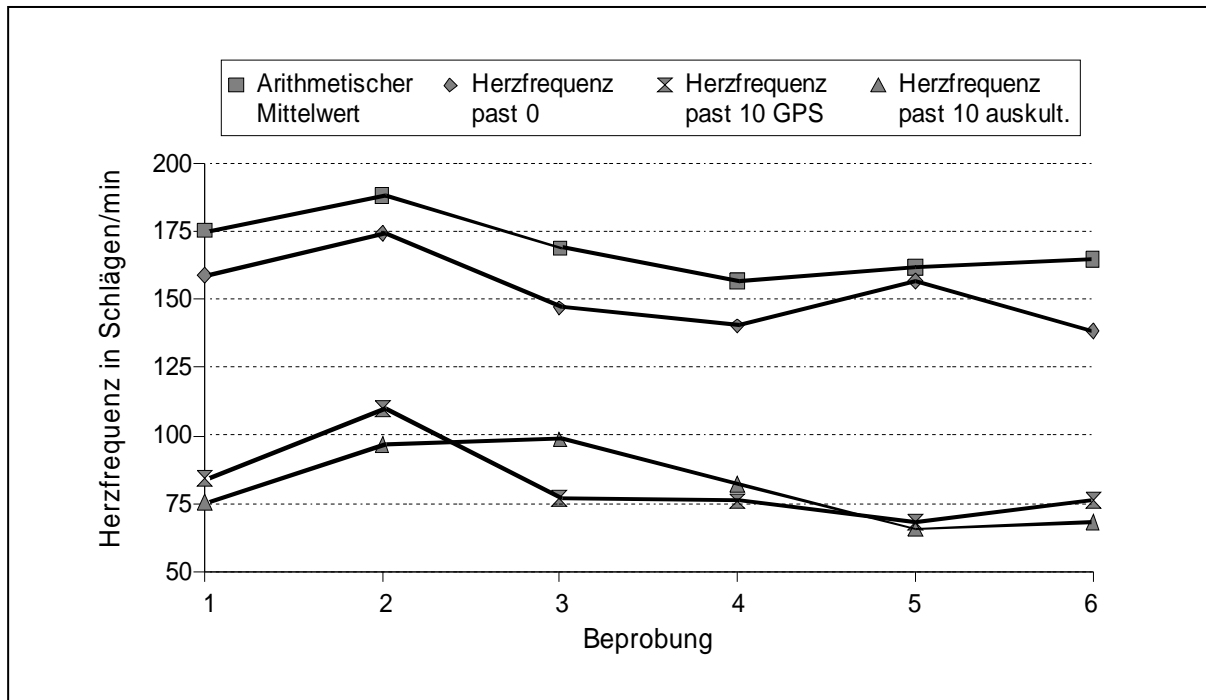


Abb. 23: Mittelwertgrafik der „Konditionsgruppe Galopp“

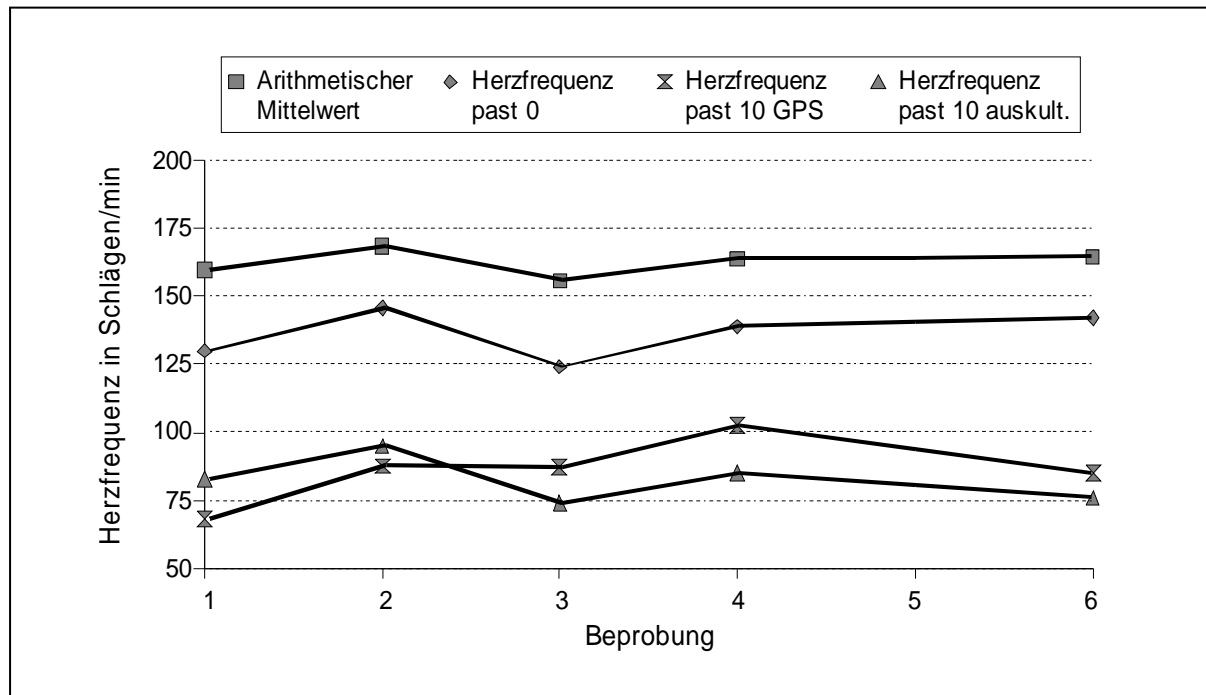


Abb. 24: Mittelwertgrafik der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“

Im Gegensatz dazu konnte für keines der Pferde aus der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ eine deutliche Anpassung des arithmetischen Mittelwertes oder der Herzfrequenzen past 0 nachgewiesen werden (s. Abbildung 24 und Tabelle 59 im Anhang). Die Herzfrequenz past 10 fiel auskultatorisch immerhin für ein Pferd der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ ab, bei den beiden anderen Pferden war keine

eindeutige Tendenz zu erkennen, GPS-ermittelt kam es bei einem der Pferde sogar zu einem Herzfrequenzanstieg.

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methodik

Es liegen bereits einige Laufbandstudien zum Thema „Training von Sportpferden“ wie Vielseitigkeitspferden, Trabern oder Galoppieren vor (BAYLY et al., 1983; MILLER und LAWRENCE, 1987; HARKINS und KAMERLING, 1991; ART und LEKEUX, 1993; GOTTLIEB-VEDI et al., 1995; LINDNER, 1997; MICHEL, 2004; WITT, 2004). Allerdings standen die Autoren immer wieder vor dem Problem, wie ihre Ergebnisse auf das alltägliche Training zu projizieren seien. Daher befasst sich diese Arbeit trotz der Widrigkeiten eines Feldtests mit einer Studie unter tatsächlichen Trainingsbedingungen. Die zentrale Fragestellung hierbei war, ob es unter Feldbedingungen anhand von Herzfrequenzaufzeichnungen während einzelner Galopptrainings möglich ist, den Trainingszustand eines Pferdes und die durch Training und Turnierteilnahmen postulierten Leistungssteigerungen im Laufe einer Turniersaison zu beurteilen. Hierdurch sollten Anhaltspunkte über die unterschiedlichen Auswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem des Pferdes durch verschiedene Trainingsmethoden erhalten werden. Um solche Erkenntnisse erlangen zu können, ist eine größtmögliche Standardisierung der Untersuchungen unabdingbar, was in der Vergangenheit dazu geführt hat, dass die meisten Untersuchungen zur Trainingsgestaltung von Sportpferden unter experimentellen Bedingungen auf dem Laufband durchgeführt wurden.

Das Laufband scheint für eine wissenschaftliche Studie zunächst nahezu optimal, da es gut reproduzierbare Bedingungen bezüglich Laufgeschwindigkeit, Bodenbeschaffenheit und Umgebung bietet. Auch sollen psychische Faktoren vernachlässigbar sein, wenn die Pferde an die Laufbandarbeit gewöhnt sind (GOTTLIEB-VEDI et al. 1995). Nachteilig ist jedoch die Beeinflussung des Bewegungsablaufes der Tiere durch die Gegenbewegung des Bandes, so dass dieser nicht ganz dem natürlichen Bewegungsablauf entspricht (BARREY et al., 1993). Außerdem ist ein Laufband nicht in der Lage, in der Realität vorkommende schnelle Beschleunigungen zu simulieren, da es ca. 40 – 50 Sekunden benötigt, um maximale Geschwindigkeiten zu erreichen. Zudem fehlt der unter Bedingungen im

Feld auftretende Gegenwind, der zwar einerseits einen erhöhten Luftwiderstand bewirkt, andererseits aber auch die Thermoregulation deutlich verbessert. Dieser Nachteil kann durch den Einsatz eines Ventilators deutlich reduziert werden (BOOS, 1991). Dies ist nach humanmedizinischen Studien (JANSSEN, 2003) vor allem bei hohen Temperaturen und einer hohen Luftfeuchtigkeit wichtig, da der Schweiß ohne den kühlenden Luftstrom nicht mehr verdunsten kann und die Körperinnentemperatur ansteigt, was allein zu einer Zunahme der Herzfrequenz von 10 bis 15 Schlägen/min führt. JANSSEN (2003) stellte bei humanmedizinischen Untersuchungen mit einem Fahrradergometer fest, dass die Herzfrequenz während des Trainings bei Temperaturen von 25°C ohne Kühlung von 135 auf 167 Schläge/min anstieg, während sich die Herzfrequenz bei einem ansonsten gleich durchgeführten Test mit Kühlung durch einen Ventilator und eine regelmäßige Befeuchtung des Körpers mit nassen Schwämmen auf ein Niveau von 140 Schlägen/min einstellte.

Da sich die unterschiedlichen Bodenverhältnisse und klimatischen Bedingungen nicht vereinheitlichen lassen, eine konstante Geschwindigkeit im Feld schwer zu halten ist und der individuelle Einfluss des Reiters einen gleichbleibenden Studienaufbau deutlich erschwert, scheint der Feldtest zunächst sehr ungeeignet für wissenschaftliche Untersuchungen. Daher sollte im Rahmen der eigenen Studie besonders akkurat darauf geachtet werden, dass möglichst wenige zusätzliche Veränderungen im Verlauf der Untersuchungen vorgenommen werden. Eine eventuelle Medikation des Pferdes, die Art und der Zeitpunkt der Fütterung und die beprobte Trainingseinheit sind stets gleich zu halten (LINDNER, 1997). Insbesondere die Geschwindigkeit, die Distanz, die Dauer der Belastung und die Pausendauer zwischen den Belastungsstufen muss, sofern eine Pause vorgesehen ist, eine möglichst große Vergleichbarkeit aufweisen. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Messdaten stets zum gleichen Zeitpunkt innerhalb der Beprobung erhoben und die Analysemethoden im Verlauf der Studie nicht geändert werden. LINDNER (1997) fordert außerdem einen gleichbleibenden Testort, sowie stets den selben Reiter auf einem Pferd. Nicht standardisierbar sind nach LINDNER (1997) die Bodenverhältnisse, die Umgebungstemperatur und die Luftfeuchtigkeit, wobei die Schwierigkeit der Standardisierung der Bodenverhältnisse bei Feldtests durch Vermeidung extremer Wetter- und Bodenbedingungen weitgehend ausgeglichen werden kann. Die Möglichkeiten, kontinuierliche Herzfrequenzmessungen mit

parallelen Geschwindigkeitsaufzeichnungen während der Belastung durchzuführen, waren bislang erheblich eingeschränkt (THORNTON 1985, ROSE 1991, OKONEK 1998), haben sich aber dank der neuesten GPS-Technik deutlich verbessert (s. 2.4.1). Der große Vorteil einer Feldstudie besteht darin, dass sie unter gewöhnlichen Trainings- bzw. Turnierbedingungen stattfindet, so dass eine realistische Trainingsbeanspruchung vorliegt. Beim Training im Rahmen von Laufbandstudien hingegen werden die variierenden Einflüsse im Feld nicht berücksichtigt, so dass die Ergebnisse nur mit dieser Einschränkung auf das alltägliche Training übertragbar sind (THORNTON 1985, ROSE 1991; EVANS, 2004).

Da es in der Vergangenheit schon einige Studien zum Training von Vielseitigkeitspferden unter standardisierbaren Laufbandbedingungen gegeben hat (s.o. und 2.4.2), befasst sich diese Studie erstmals mit der Galopptrainingsbeprobung von Hochleistungsvielseitigkeitspferden unter realistischen Trainingsbedingungen. Hierzu wurde ein Monitoring mit neuester GPS-Technologie durchgeführt. VERMEULEN und EVANS (2006) stellten in einer Studie an Vollblütern fest, dass diese Methode geeignet sei, um Adaptationen des kardiovaskulären Systems feststellen zu können (s. 2.4.2.1). Bezüglich der Erfassung der Höhenmeter stellte LIEBETRAU (2004) allerdings einige Ungenauigkeiten fest, so dass die Höhenmeter für diese Arbeit manuell vermessen und berechnet wurden (s. 3.2.2.5).

Die eigene Studie sah eine regelmäßige Beprobung der Pferde von April bis September im Abstand von vier Wochen vor. Diese Beprobungen integrierten sich in das saisonale Training der Vielseitigkeitspferde, wobei jede Beprobung im Rahmen eines Galopptrainings erfolgte (s. 3.2.3.4.1). Der Trainingsablauf wurde durch die Beprobungen nicht beeinflusst. Die Pferde wurden grundsätzlich nach den Vorstellungen der Reiter trainiert und entsprechend der Planung der Reiter auf Turnieren vorgestellt. Dabei wurde täglich ein Trainingsprotokoll erstellt, um die absolvierten Trainingseinheiten zu dokumentieren. An den Beprobungstagen sollte das Galopptraining immer dem gleichen Schema folgen, um eine größtmögliche Vergleichbarkeit der Herzfrequenzaufzeichnungen zu erreichen. Es wurden Pferde ausgewählt, die im Probenzeitraum von April bis Oktober mindestens in Vielseitigkeitsprüfungen der mittelschweren (national M- bzw. international ** -

Kategorie) und/oder schweren Klasse (national S- bzw. international *** -Kategorie) eingesetzt wurden, da Studien von ARMORY et al. (1993) und JAEK (2004) ergeben haben, dass die Belastung für die Pferde vom * -Niveau auf ** -oder *** -Niveau deutlich mehr zunimmt als vom ** - zum *** -Niveau. Somit sollte auch eine möglichst gute Vergleichbarkeit der Belastungsintensitäten der Pferde zueinander erreicht werden. Um die ermittelten Daten trotz der erwartungsgemäß variierenden Trainingsgestaltung auswerten zu können, wurden Score-Schemata zur Bepunktung der unterschiedlichen Belastungs- und Umwelteinflüsse geplant und es wurden im Vorfeld Gespräche mit allen teilnehmenden Reitern geführt (s. 3.2.2.5, 3.2.3.3 und 3.2.3.4.1). In diesen Gesprächen wurde ausdrücklich auf die Dringlichkeit eines einheitlichen Trainingsaufbaus hingewiesen. Trotz dieser vorherigen Absprachen kam es im Verlauf der Probennahmen zu immer wieder variierenden Belastungsintensitäten und plötzlichen unangekündigten Wechseln des Trainingsgeländes, so dass von den ursprünglich vierzehn nur acht Pferde in die statistische Auswertung eingehen konnten (s. 4.1). Beim Vergleich der einzelnen Galopptrainings fällt auf, dass sich nur wenige Reiter an einen einheitlichen Trainingsaufbau gehalten und somit vergleichbare Trainingsrohdaten geliefert haben. Lediglich drei Pferde wurden im Laufe der Saison weitgehend konstanten Belastungsintensitäten im Rahmen der Probennahmen ausgesetzt. Weitere drei Pferde lieferten zwar einzelne gut vergleichbare Trainingseinheiten, jedoch fehlte hier die Kontinuität über die gesamte Saison, während die Belastungen bei den übrigen beiden Pferden innerhalb aller Galopptrainings variierten. Der schematische Aufbau der einzelnen Galopptrainings für ein jedes Pferd blieb jedoch weitgehend konstant (s. 4.4.1.1 – 4.4.1.8). Ob sich alle Reiter der Trainingsschwankungen bewusst sind und ob die variierenden Intensitäten tatsächlich immer geplant waren, erscheint fraglich. Die Reiter begründeten die Schwankungen damit, dass auf Grund der variierenden Leistungsanforderungen auf höchstem Niveau im Laufe einer Turniersaison und der Erholungsphasen im Anschluss an besonders konditionsfordernde Turniere kein einheitlicherer Aufbau der Galopptrainings möglich sei. Daher ist für folgende Studien zu überlegen, ob ein konstanterer Galopptrainingsaufbau zumindest für die Probemessungen bei solchen Sportpferden möglich ist, die nicht der Weltelite angehören, sondern auf einem niedrigeren Niveau eingesetzt werden und so über die gesamte Saison gleichmäßiger trainiert werden können.

Um die im Rahmen dieser Studie variierenden Belastungsintensitäten gleichwohl auswerten zu können, wurde ein Belastungsscore erstellt (s. 3.2.2.5 und 3.2.3.3), der in dieser Form bislang noch nicht zum Einsatz kam. Hierzu wurden die objektiven Kriterien wie absolvierte Höhenmeter, Streckenlänge und Galoppierdauer verwertet und einer Punkteskala zugeordnet, so dass er als Korrekturfaktor individuell für jedes Galopptraining in die statistische Auswertung eingehen konnten. Die höchste Punktzahl von 8,5 wurde hierbei von Pferd Nr. 4 erreicht. Eine Einschätzung der Galoppbelastungsintensität durch die Reiter wurde abgelehnt, da eine solche Einschätzung lediglich subjektiven Kriterien unterlegen hätte. Dass der p-Wert für den Korrekturfaktor „Belastung“ im Rahmen der Auswertung jedoch zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikante Werte annahm, lässt zwei Schlüsse zu. Entweder ist der Einfluss der Belastungsschwankungen im Rahmen dieser Studie bei Betrachtung der gesamten Gruppe zu vernachlässigen oder das verwendete Score-Schema „Belastung“ spiegelt die Unterschiede nicht ausreichend wider. So könnte der besonders niedrige Herzfrequenzmittelwert im Rahmen der vierten Beprobung von Pferd Nr. 1 einen Hinweis darauf liefern, dass eine größere Streckenlänge und das Absolvieren zusätzlicher Höhenmeter bei deutlich geringerer durchschnittlicher Geschwindigkeit entgegen des hier verwendeten Score-Schemas eine insgesamt geringere Beanspruchung bedeuten als eine kürzere Streckenlänge mit weniger Höhenmetern, aber höherer Durchschnittsgeschwindigkeit. Des Weiteren erscheint die dritte Beprobung von Pferd Nr. 3 mit einer Bewertung von nur einem bzw. 1,5 Scorepunkten mehr als bei den übrigen Beprobungen unterbewertet. Das dritte beprobte Galopptraining wies sowohl die längste Strecke als auch die höchste durchschnittliche Geschwindigkeit und die meisten Höhenmeter auf und lässt daher einen wesentlich deutlicheren Bewertungsunterschied zu den übrigen Probenahmen erwarten. Somit erscheint das Score-Schema die Belastungsunterschiede noch nicht hinreichend zu erfassen.

Da es zu dem hier verwendeten Score-Schema bislang noch keine Untersuchungen gibt, wären zur Überarbeitung der Punkteverteilung Studien wünschenswert, die eine größere Standardisierbarkeit ermöglichen. So könnte der Einfluss von Belastungsschwankungen im Rahmen einzelner Galopptrainings besser abgeschätzt werden. Nach den Erkenntnissen dieser Studie scheint die Gesamtstreckenlänge einen deutlich geringeren Einfluss auf die Belastung zu nehmen als die durchschnittliche

Geschwindigkeit und die absolvierten Höhenmeter. Somit sollten diese beiden Parameter in weiteren Untersuchungen stärker gewichtet in das Score-Schema einfließen.

Der Forderung von LINDNER (1997) nach einem gleichbleibenden Testort konnte intraindividuell außer in einem Fall gefolgt werden (Pferd Nr. 3, s. 4.4.1.3). Dennoch wechselten die Bodenverhältnisse, da sich die Trainingsgelände ausnahmslos im Freien befanden und somit eine Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen bestand. Die Forderung nach stets dem selben Reiter auf einem Pferd wurde nicht immer erfüllt. Allerdings wiesen die Reiter eines Pferdes stets ähnliche Konstitutionen auf, waren alle bereits mit dem Pferd und dessen Reitweise vertraut und trainierten ausnahmslos nach den Anweisungen des Stammreiters, weshalb diese Abweichung vom Ideal im Rahmen dieser Studie toleriert wurde. Die Erhebung der Messdaten stets zum gleichen Zeitpunkt innerhalb der Beprobung wurde weitgehend eingehalten und variierte durch organisatorische Probleme lediglich für die auskultatorische Herzfrequenzmessung zehn Minuten nach Beendigung des letzten Galoppintervalls in drei Fällen geringfügig, auf die im Rahmen der Auswertung jedoch ausdrücklich hingewiesen wurde (s. 4.5.2.3.1 und 4.5.2.3.7).

Die nicht standardisierbaren Umweltbedingungen wurden ebenfalls mit Hilfe eines selbst erstellten Belastungsscores bewertet und in der statistischen Auswertung berücksichtigt (s. 3.2.3.4.2). Dies ist dringend notwendig, da die klimatischen Bedingungen im Training und im Wettkampf einen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Pferdes haben. Während eine hohe Luftfeuchtigkeit bei niedriger Temperatur noch relativ gut vertragen wird, führt sie bei hohen Temperaturen zu einer deutlichen Belastungssteigerung, da es durch hohe Luftfeuchtigkeit in Kombination mit hoher Temperatur nach JEFFCOTT und KOHN (1999) durch den gesteigerten Verlust von Elektrolyten und Wasser zu einem Anstieg der Körperinnentemperatur kommt. Die mit der Thermoregulation einhergehenden Flüssigkeitsverluste bedingen kompensatorisch einen Herzfrequenzanstieg. Nach DYSON (1994) wird die Herzfrequenz sowohl durch die Temperatur, die relative Feuchte als auch durch die Windgeschwindigkeit beeinflusst. Allerdings reagieren Vollblüter nach HODGSON und ROSE (1994) wesentlich unempfindlicher auf hohe Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten als

Warmblüter, wobei eine gewisse Akklimatisierung jedoch für jedes Pferd möglich ist. Für den Umweltscore wurde für die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit eine Punkteskala von 0 – 4 Punkten erstellt und für die Bodenbeschaffenheit eine Punkteskala von 1 – 6 Punkten. Die Punktevergabe für die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit erfolgte nach gleichzeitiger Berücksichtigung beider Parameter. Lediglich die Vergabe von 0 und 0,5 Punkten orientierte sich lediglich an der gemessenen Luftfeuchtigkeit. Voraussetzung hierfür war jedoch eine Temperatur von maximal 11°C. Die Grundlage hierfür bildete eine humanmedizinische Studie am Fahrradergometer von KITZING et al (1968). Diese Studie ergab, dass die Pulsfrequenz bei Temperaturen zwischen 0 und 11°C während einer Belastung nahezu konstant bleibt und erst bei höheren Temperaturen kontinuierlich ansteigt. Inwiefern diese humanmedizinischen Erkenntnisse auch auf das Pferd übertragen werden können, ist nicht gesichert. Aus Mangel an Untersuchungen mit Pferden wurde in dieser Studie dennoch auf die Ergebnisse von KITZING et al. (1968) zurückgegriffen. Dass für ungünstige Bodenverhältnisse mehr Punkte vergeben wurden als für ungünstige klimatische Verhältnisse ist auf das subjektive Empfinden der an der Studie teilnehmenden Reiter und der Verfasserin zurückzuführen und bislang nicht wissenschaftlich abgesichert. Bei Betrachtung der gesamten Gruppe kam es zu keinem statistisch signifikant nachweisbaren Einfluss durch die schwankenden Umweltbedingungen. Bei Betrachtung der Mittelwerte zu den verschiedenen Zeitpunkten der Probennahmen ist jedoch eine gewisse Trainingerschwernis durch die Zunahme des Umweltscores im Laufe der Saison festzustellen.

Auch wenn statistisch der Einfluss der schwankenden Belastungs- und Umweltbedingungen nicht abgesichert werden konnte, wurde eine explorative Auswertung der sich statistisch signifikant verändernden Herzfrequenzparameter durchgeführt, um beurteilen zu können, ob die Belastungs- und Umwelteinflüsse bei einzelnen Pferden überproportionalen Einfluss genommen haben. Dies konnte nur für Pferd Nr. 3 bestätigt werden, dessen Daten durch die Bereinigung für alle explorativ untersuchten Parameter deutliche Veränderungen aufwiesen. Diese Veränderungen führten dazu, dass sich das Verhältnis der Werte der ersten beiden Beprobungen zu den letzten beiden Beprobungen verschob, was darauf zurückzuführen ist, dass sich die Umweltbedingungen durch den Wechsel des

Trainingsgeländes deutlich veränderten (s. 4.4.1.3). Diese Feststellung unterstreicht die Forderung von LINDNER (1997) nach einem gleichbleibenden Trainingsgelände im Rahmen von Feldstudien.

Somit stellt sich die Frage, ob die Bewertung nach dem für diese Arbeit erstellten Score-Schema „Umwelt“ aussagekräftig ist und ob damit das Score-Schema geeignet ist, die Umweltbelastungen auf die Herzfrequenzparameter widerzuspiegeln. Da nach DYSON (1994) die Herzfrequenz sowohl durch die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit als auch durch die Windgeschwindigkeit beeinflusst wird und SKOWRONEK und HERTSCH (2003) über eine erhöhte Abbruchrate der Pferde in der Querfeldeinstrecke bei schweren Böden wie Lehm oder Schluff im Gegensatz zu Sandböden berichten, erscheint es bei Temperaturdifferenzen von bis zu 19,6°C und Veränderungen der Luftfeuchtigkeit von bis zu 41% innerhalb eines Individuums sowie den variierenden Bodenverhältnissen erstaunlich, dass diese unterschiedlichen Bedingungen keinen statistisch signifikant nachweisbaren Einfluss auf die Herzfrequenz gehabt haben sollen. Schon EHRLEIN et al. (1973) haben festgestellt, dass der Anstieg der Herzfrequenz nicht allein durch eine Ermüdung der Pferde bedingt ist, sondern dass er wesentlich mit der Temperaturregulation zusammenhängen muss. Bei großer Anstrengung in heißem und feuchtem Klima kommt es zu erheblichen Flüssigkeitsverlusten der Pferde (ENGELHARDT VON, 2000), wobei die Schweißproduktion durch eine Verschiebung von Teilen des Plasmavolumens in Richtung des Gewebes erfolgt und eine Kühlung des Pferdes zur Folge hat. Durch die Abnahme des Plasmavolumens fällt der venöse kardiale Füllungsdruck und dadurch auch das Schlagvolumen (s. 2.1.2). Um die Auswurfleistung des Herzens trotzdem konstant zu halten, kommt es zu einer kompensatorischen Herzfrequenzsteigerung (COYLE, 1998), so dass eine Beeinflussung der Herzfrequenz durch die Lufttemperatur und die relative Feuchte gegeben ist. Daher erscheint das Score-Schema noch nicht ausgereift genug, um die tatsächlich einwirkenden Umwelteinflüsse ausreichend erfassen zu können. Möglicherweise wäre es jedoch bereits ausreichend, die zu vergebende Punktespanne zu vergrößern, um so die unterschiedlichen Einflüsse schwerer zu gewichten. Die Wertung der unterschiedlichen Bodenverhältnisse erscheint jedoch jetzt schon ausreichend, da die deutliche Veränderung der Bodenbeschaffenheit für Pferd Nr. 3

zwischen der zweiten und der dritten Beprobung auch eine deutliche Beeinflussung des Umweltscores nach sich zog. Die jedoch ebenfalls stark schwankenden Messungen der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit führten hingegen kaum zu Veränderungen des Gesamtumweltscores und sollten somit verhältnismäßig stärker bewertet werden. Des Weiteren wären Studien wünschenswert, die eine größere Standardisierbarkeit ermöglichen, so dass der Einfluss der Umweltfaktoren auf die Trainingsintensität besser abgeschätzt werden kann.

Zusätzlich zu der Schwierigkeit der Vergleichbarkeit der einzelnen Galopptrainingseinheiten baute diese Studie darauf auf, dass kontinuierliche Geschwindigkeits- und Herzfrequenzmessungen mit der schon einige Male im Reitsport zum Einsatz gekommenen Kombination aus Herzfrequenzelektroden und Global Positioning System (GPS) aufgezeichnet werden können. Sowohl HEBENBROCK (2006) als auch VERMEULEN und EVANS (2006) und KINGSTON et al. (2006) kamen zu dem Schluss, dass sich eine derartige Gerätekombination eignet, um Feldtest im Pferdesport durchzuführen. In der vorliegenden Studie wurde das gleiche GPS-Gerät verwendet (Equipilot® 15/GE der Firma Fidelak GmbH aus Kamen, Deutschland, s. 3.2.2.1) wie in der Studie von HEBENBROCK (2006). Da HEBENBROCK bereits eine Validierung des verwendeten GPS durchgeführt hat, konnte im Rahmen dieser Arbeit darauf verzichtet werden. HEBENBROCK ermittelte eine hohe Genauigkeit in der Aufzeichnung von Geschwindigkeiten und Distanzen des Equipiloten®, der somit für das Trainingsmonitoring von Vielseitigkeitspferden geeignet ist. Die Abweichungen für die vom GPS ermittelten Gesamtstrecken bezogen auf die gemessenen Gesamtstrecken betrugen weniger als 1%, die Abweichungen für die Geschwindigkeiten weniger als 2%. Durchschnittlich standen für diese Erhebungen die Signale von 9,27 Satelliten zur Verfügung. Im Anschluss an diese Validierung verwendete HEBENROCK (2006) das GPS in ihrer eigenen Studie, macht jedoch keine Angaben zur Häufigkeit von Ausfällen bei den erfolgten Aufzeichnungen. In der eigenen Arbeit konnte eine erfolgreiche Aufzeichnungsquote von 88,9% erreicht werden, so dass sich die Einsatzfähigkeit des Equipiloten in Feldtests bestätigt. Eine Erklärung für die Messausfälle könnte die senkrechte Position der GPS-Antenne in der Satteltasche und die damit in Zusammenhang stehende Abschirmung des GPS-Signals durch den Pferdekörper oder auch die ortsabhängig vorkommende Abschirmung durch hohe Bäume liefern. Die drei Totalausfälle der Geschwindigkeits-

messungen waren jedoch auf Defekte der jeweiligen Geräte zurückzuführen, so dass diese vor einem erneuten Einsatz vom Hersteller überprüft und die Fehler behoben wurden.

Bezüglich der Herzfrequenzaufzeichnungen kam es erwartungsgemäß zu einigen Ausfällen, die sich teilweise über wenige Sekunden, teilweise aber auch über ganze Sequenzen erstreckten (s. 4.1). Insgesamt wiesen 10% der Messungen so gravierende und anhaltende Messausfälle auf, dass die Aufzeichnungen nicht ausgewertet werden konnten. Im Vergleich hierzu kam es auch bei anderen Autoren (z.B. SCHÄFER, 2000; HEBENBROCK, 2006; KORTE, 2006) zu wiederholten Messausfällen, jedoch fehlen hier genaue prozentuale Häufigkeitsangaben, so dass ein direkter Vergleich nicht möglich ist. Um möglichst realistische Herzfrequenzberechnungen durchführen zu können, wurden die Messausfälle, die sich über einzelne oder mehrere Sekunden erstreckten, korrigiert (s. 4.1). Dies erschien wichtig, da ein Streichen der Messausfälle dazu geführt hätte, dass weniger Herzfrequenzmesswerte in die Berechnung eingegangen wären, ohne dass die Software eine Verkürzung der aufgezeichneten Dauer erlaubte. Dies hätte zu einer verringerten berechneten Herzfrequenz/min geführt. Somit führt eine Berechnung unter Berücksichtigung der genäherten Werte zu einem kleineren Rechenfehler als eine Berechnung unter Ausschluss der Messausfälle, weshalb sich die Verfasserin für diese Methode entschieden hat. Für zukünftige Studien sollte die Software dahingehend verbessert werden, dass ein Streichen einzelner Herzfrequenzwerte mit einer entsprechenden Verkürzung der Gesamtdauer vereinbar ist.

Die Protokollierung der einzelnen Trainingseinheiten zwischen den Beprobungen durch die Reiter selbst oder von ihnen beauftragte Personen erfolgte sehr regelmäßig und genau, so dass es nur bei 80 von rund 1180 einzelnen Tagesaufzeichnungen zu fehlenden Angaben kam (14,8%). Lediglich für Pferd Nr. 8 wurden vor der ersten Probennahme keine Trainingsaufzeichnungen angefertigt, da dieses Pferd erst ab der ersten durchgeführten Galopptrainingsbeprobung in die Studie aufgenommen wurde. Um die Intensität der Trainingseinheiten in die Auswertung mit einbeziehen zu können, wurde versucht, die Reiter die jeweilige Intensität einschätzen zu lassen. Dies erfolgte allerdings sehr subjektiv und ohne objektivierbare Maßstäbe, so dass diese Einschätzungen später in der Auswertung nicht berücksichtigt werden konnten.

Daher wurden die Leistungen der einzelnen Pferde anhand durchschnittlicher Intensitäten der einzelnen Trainingsinhalte ermittelt (s. 3.2.3.3). Da sich eine Trainingseinheit auch aus mehreren Trainingsinhalten zusammensetzen konnte, konnten bis zu zwei Trainingsinhalte pro Trainingseinheit im verwendeten Trainingsprotokoll angegeben werden, was in einigen Fällen auch genutzt wurde. Daher stellt sich die Frage, ob die Möglichkeit der Angabe von zwei Trainingsinhalten überhaupt ausreichend gewesen ist. Da die Spalte „Bemerkungen“ jedoch dafür vorgesehen war, Abweichungen des Trainings zu notieren, die in den vorgegebenen Spalten nicht angegeben werden konnten und in keinem Fall darauf verwiesen wurde, dass noch weitere Trainingsinhalte als die angegebenen innerhalb einer Trainingseinheit absolviert wurden, ist davon auszugehen, dass die zwei vorgesehenen Spalten ausreichend gewesen sind.

In ihrer Arbeit erhielt JAEK (2004) von den Reitern und Betreuern nur sehr unvollständige Informationen zum Trainingsablauf mit teilweise sehr lückenhaften und fehlenden Angaben zu der Trainingsdauer und –intensität. Daraufhin erstellte sie ein standardisiertes Trainingsprotokoll, das in Studien der eigenen Arbeitsgruppe (s. 2.4.2.2), teilweise in modifizierter Form, zum Einsatz kam und einen umfangreicheren Datenpool bringen sollte. HEBENBROCK (2006) erhielt mit Hilfe dieses Trainingsprotokolls jedoch ebenfalls nur sehr unvollständige Daten, so dass lediglich für sechs von den 29 an der Studie teilnehmenden Pferden Trainings-evaluationen erstellt werden konnten. Auch HARBIG (2006) bewertete das Ergebnis der Trainingsdokumentationen im Rahmen seiner Studie als wenig aussagekräftig und nur eingeschränkt verwertbar. Im Gegensatz dazu konnten in dieser Studie sehr kontinuierlichen Trainingsaufzeichnungen gewonnen werden. Somit gelang es erstmals, nahezu lückenlose Dokumentationen über die Trainingseinheiten der beprobten Hochleistungsvielseitigkeitspferde zu erhalten und die Trainingsinhalte einzelner Pferde zu vergleichen. Dies bildet die Grundlage dafür, Anpassungen des kardiovaskulären Systems auf verschiedene Trainingsmethoden zurückführen und somit in Zukunft optimierte Trainingspläne erstellen zu können.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Da die Herzfrequenz sowohl im humanen Leistungssport als auch im Pferdesport als anerkannter Parameter der Leistungsdiagnostik gilt, ist sie grundsätzlich als geeignetes Instrument zur Beurteilung von Veränderungen des Konditionszustandes anzusehen (DYSON, 1994) und bereits in vielen Laufbandstudien zum Einsatz gekommen (s. 2.4.2). Nach den Studien von VERMEULEN und EVANS (2006), KINGSTON et al. (2006) sowie HEBENBROCK (2006) ist es nun Dank der neuen GPS-Technologie möglich, auch in Feldtests einen Zusammenhang zwischen der gerittenen Geschwindigkeit und der erreichten Herzfrequenz herzustellen und Herzfrequenzveränderungen nachzuweisen. Daher wurden verschiedene Herzfrequenzparameter als Zielgrößen für diese Studie festgelegt, die auf ihre Eignung zur Überprüfung von Trainingserfolgen unter Feldbedingungen untersucht werden sollten. Die Ergebnisse dieser Datenauswertung liefern Hinweise auf trainingsbedingte Adaptationen des Mittelwertes der Herzfrequenz und der Herzfrequenzen past 0 und past 10 unter Feldbedingungen, spiegeln aber auch die Schwierigkeiten wieder, die sich beim Trainingsmonitoring im Spitzensport auch in Zukunft ergeben werden, da keine standardisierten Bedingungen realisierbar sind.

Es wurde in dieser Arbeit durchweg eine sehr deutliche und kontinuierliche visuelle Linearität zwischen der gerittenen Geschwindigkeit und der zeitgleich erreichten Herzfrequenz erreicht (s. 4.1). Nach THORNTON (1985) und SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN (1990) ist die Linearität unter standardisierten Bedingungen am Besten reproduzierbar, da sich verändernde äußere Einflüsse zu erheblichen Beeinflussungen der Herzfrequenz durch eine Aktivierung des Sympathikus führen können (KING et al., 1995). Während die gute visuelle Linearität während der Galoppintervalle durch psychische Einflüsse nur bedingt beeinflussbar ist (PERSSON, 1983; EVANS und ROSE, 1988), spricht die ebenfalls weitgehende visuelle Linearität in den niedrigen Geschwindigkeits- und Herzfrequenzbereichen dafür, dass die äußere Beeinflussung in dieser Studie äußerst gering gewesen sein muss (EHRLEIN et al., 1973; PERSSON, 1983; THORNTON 1985, EVANS und ROSE, 1988; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, 1990; LINDNER et al., 2001; MICHEL, 2004).

Während die GPS-ermittelten Ruhewerte über den Zeitraum der Beprobungen statistisch hoch signifikant abnahmen ($p = 0,007$), kam es klinisch nur zu einer geringen Abnahme von 32,4 Schlägen/min ($n = 7$) auf 30,9 Schläge/min ($n = 4$). Für die auskultatorisch ermittelten Ruheherzfrequenzen war keine signifikante Veränderung im Laufe der Saison feststellbar. Inwiefern sich die Ruheherzfrequenzen auch mit Hilfe des GPS zuverlässig ermitteln lassen, konnte im Rahmen dieser Studie nicht endgültig geklärt werden, da die Ruhewerte nicht immer mit beiden Messmethoden erhoben werden konnten, so dass nur eine eingeschränkte Vergleichbarkeit gegeben ist. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich dadurch, dass die Aufzeichnungen mittels GPS nur bei ausreichendem Kontakt der Herzfrequenzelektroden erfolgen können, der vor Trainingsbeginn zum Zeitpunkt der Erhebung der Ruheherzfrequenz noch nicht immer gegeben ist (s. 3.2.2.2). Des Weiteren lässt sich die Herzfrequenz mittels GPS erst nach dem Satteln erheben, so dass eine Beeinflussung der Ruheherzfrequenz nicht ausgeschlossen werden kann, da im Vorfeld bereits einige Manipulationen am Pferd durchgeführt werden müssen. Daher erscheint die Ruheherzfrequenzerhebung mittels GPS wenig geeignet und die über die Zeit statistisch nachgewiesene signifikante Abnahme der Ruheherzfrequenz eher auf die Gewöhnung der Pferde an Umgebung und Ablauf der Beprobungen zurückzuführen zu sein (PHYSICK-SHEARD, 1985, SEXTON, et al., 1987, SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, 1990). Aus diesen Gründen wird im Rahmen dieser Studie der auskultatorischen, immer gleich durchgeführten Ruheherzfrequenzmessung eine größere Bedeutung und Repräsentativität zugesprochen. Die Messergebnisse mit einem Minimum von 31,0 Schlägen/min $\pm 3,70$ ($n = 8$) bei der ersten Beprobung und einem Maximum von 36,0 Schlägen/min ($n = 5$) bei der letzten Beprobung sowie die Untersuchungen von SKARDA et al. (1976), BAYLY et al. (1983), EVANS (1985), FOREMAN (1990), HODGSON und ROSE (1994), VON ENGELHARDT (2000), SCHÄFER (2000) und LEWING (2001) sprechen dafür, dass sich die Ruheherzfrequenz auch beim erfahrenen Vielseitigkeitspferd durch Training nicht verändert.

Die Auswertung der maximalen Herzfrequenz lieferte über den Saisonverlauf betrachtet entsprechend den Studien von ART und LEKEUX (1993), ART et al. (1994) und EVANS (1985) keinen statistisch signifikant veränderten Verlauf der multiplen Kovarianzanalyse. Lediglich die multiple lineare Regressionsanalyse, die

die Entwicklung der ersten zur letzten Beprobung untersucht, lieferte mit einem p-Wert von 0,03 ein statistisch signifikantes Ergebnis. Nach EVANS (1985), SNOW (1990) und VON ENGELHARDT (2000) wird die maximale Herzfrequenz bei Werten zwischen 210 und 240 Schlägen/min erreicht. KRZYWANIEK (1999) geht bei hoch im Blut stehenden Pferden wie Trabern oder Vollblütern sogar von Höchstwerten bis 260 Schlägen pro Minute aus, so dass im Rahmen dieser Studie bei einem maximalen Mittelwert von 215,7 Schlägen/min, einem individuellen Maximalwert von 223 Schlägen/min und einem individuellen Minimalwert von 172 Schlägen/min davon auszugehen ist, dass die individuelle Maximalherzfrequenz nicht oder nur in wenigen Fällen erreicht wurde. Das zeigt, dass im Rahmen der beprobten Galopptrainings nicht oder nur in seltenen Fällen an die Belastungsgrenzen herangegangen wurde. Dies entspricht den Empfehlungen von EVANS (1985) und OKONEK (1998), die ein Training im submaximalen Bereich befürworten, da die positiven Trainingsauswirkungen hierbei am deutlichsten auftreten. Somit ist Training im submaximalen Bereich geeignet, um Anpassungen des kardiovaskulären Systems an Trainingsanforderungen zu überprüfen. Dies könnte auch die Erklärung dafür sein, dass die multiple lineare Regressionsanalyse mit einem p-Wert von 0,03 ein statistisch signifikantes Absinken der Herzfrequenz von der ersten zur letzten Beprobung anzeigt, obwohl nach oben genannten Autoren zu erwarten wäre, dass keine signifikanten Veränderungen nachweisbar sein sollten, wenn tatsächlich die absolute Maximalherzfrequenz erreicht worden wäre. Die maximal erreichte Herzfrequenz eignet sich des Weiteren zur Einschätzung, ob ein Pferd bis an seine Leistungsgrenzen herangeführt oder im submaximalen Bereich trainiert wurde. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass die absolute Maximalherzfrequenz individuell verschieden ist, so dass nur bei Unterschreiten des gesamten für das Pferd ermittelten Maximalbereiches sicher von einem Training im submaximalen Bereich ausgegangen werden kann.

Die Differenz der Herzfrequenz vom Beginn des Galopptrainings zu dessen Ende zeigte keine statistisch signifikanten Veränderungen im Laufe der Saison. Hierbei ist jedoch zu überdenken, ob die Berechnung dieses Parameters sinnvoll gewählt wurde. Zur Berechnung wurde der arithmetische Mittelwert aus den ersten fünf und den letzten fünf Sekunden des ersten bzw. letzten Galoppintervalls gebildet und die Differenz hieraus errechnet (s. 3.2.2.3). Dieser Parameter sollte aufzeigen, um wie

viele Schläge/min die Herzfrequenz, die beim Angaloppieren vorlag, bis zum Ende eines Galoppbelastungstrainings zu- bzw. abnahm. Um möglichst repräsentative und nicht durch eine kurze Herzfrequenzschwankung veränderte Werte in der Berechnung zu berücksichtigen, wurde kein einzelner Herzfrequenzwert zur Berechnung herangezogen, sondern der arithmetische Mittelwert jeweils über fünf Sekunden gebildet. Dieser Zeitraum wurde gewählt, um einzelne Ausreißer zu relativieren und der tatsächlich erreichten Herzfrequenz so nahe wie möglich zu kommen. Dennoch ist zu überlegen, ob ein anders gewählter Zeitraum zur Mittelwertberechnung günstiger gewesen wäre, was im Rahmen dieser Studie jedoch nicht ermittelt wurde. Entgegen der Erwartungen war der Mittelwert der ersten fünf Sekunden nicht immer niedriger als der Mittelwert der letzten fünf Sekunden, sondern es kam zu einer extremen Varianz. Dies lässt sich auf die Aufregung einzelner Pferde vor Beginn und den häufig im Tempo ruhiger gewählten „Ausgalopp“ am Ende des speziellen Galoppbelastungstrainings zurückführen. Aus diesem Grund und wegen des Fehlens einer Signifikanz ist davon auszugehen, dass der hier gewählte Parameter ungeeignet ist, um Trainingseffekte unter Feldbedingungen widerzuspiegeln.

Im Gegensatz dazu zeigten der durchschnittliche Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz und der Mittelwert des Anstiegs der Herzfrequenz/s vom Beginn des jeweiligen Galoppintervalls bis zum Erreichen einer Beschleunigung von 150 m/min eine abnehmende Tendenz im Laufe der Saison. Dennoch fielen beide p-Werte deutlich nicht signifikant aus. Beim durchschnittlichen Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde fällt vor allem der letzte Messwert auf, der deutlich nach unten abweicht und somit die fallende Tendenz verursacht. Beim Mittelwert des Anstiegs der Herzfrequenz/s hingegen fällt vor allem der im Rahmen der vorletzten Galopptrainingsbeprobung erreichte Maximalwert auf. Ob es sich hierbei um Ausreißer handelt und ob eine signifikante Veränderung dieser beiden Parameter unter standardisierten Bedingungen oder anders bewerteten Umwelt- und Belastungsscores zu erreichen gewesen wäre, sollte über weitere Untersuchungen geklärt werden. Eine Studie an 24 Rennpferden von HARKINS et al. (1993) ergab, dass die Herzfrequenz schneller Pferde zügiger anstieg als die Herzfrequenz langsamerer Pferde. Somit könnte die fehlende

Signifikanz auch auf die unterschiedliche Reaktion der einzelnen Pferde zurückzuführen sein.

Bei Betrachtung der sich signifikant über die Zeit verändernden Herzfrequenzparameter dieser Studie (arithmetischer Mittelwert, Herzfrequenz past 0 und Herzfrequenz past 10) fällt auf, dass es von der ersten zur zweiten Probennahme bei fast allen Messungen zu einem Anstieg der genannten Herzfrequenzparameter gekommen ist. Dies könnte entweder auf ein besonders hohes Belastungspensum im Rahmen des zweiten Galopptrainings oder auf eine besonders geringe Belastungsintensität im Rahmen des ersten Galopptrainings hindeuten. Dies kann durch den Vergleich der einzelnen Galopptrainings miteinander jedoch nicht bestätigt werden (s. 4.4.1.1 – 4.4.1.8). Daher erscheint es wahrscheinlich, dass der Herzfrequenzanstieg auf einen veränderten Trainingsumfang zwischen den einzelnen Beprobungen zurückzuführen ist. Nach SCHNABEL et al. (2003) sind Trainingsanpassungen nach Erkenntnissen aus humanmedizinischen Studien nicht speicherbar. Ein derartig fehlender Trainingsreiz zwischen der ersten und der zweiten Beprobung lässt sich durch die Auswertung der Trainingsprotokolle jedoch nicht bestätigen (s. 4.3.2). Alle Pferde mit Ausnahme von Pferd Nr. 1 und 6 erreichten zwischen der ersten und der zweiten Probennahme eine durchschnittliche Tagestrainingssumme, die über dem jeweils individuellen Saisonmittelwert lag. Pferd Nr. 6 erreichte genau seinen Saisonmittelwert und nur Pferd Nr. 1 lag unter dem Mittel, wurde in dieser Zeit aber auch bewusst weniger intensiv trainiert und nahm an der zweiten Beprobung nicht teil. Auch SCHÄFER (2000) hat in ihrer Studie eine signifikante Leistungsminderung in den ersten sechs Wochen nach Trainingsbeginn festgestellt. Die Autorin führte dies auf das Fehlen eines ausreichenden Trainingsreizes zurück. In ihrer Studie wurden junge, untrainierte Pferde verwandt. Die Pferde der Trainingsgruppe wurden zweimal pro Woche einem Ausdauertraining unterzogen und erhielten einen reitfreien Tag pro Woche. Aus Sicht der Autorin dieser Studie müsste dies einen ausreichenden Trainingsreiz liefern und erklärt somit nicht die Leistungsminderung in den ersten sechs Wochen nach Trainingsbeginn. MICHEL (2004) verglich in seiner Studie zwei Versuchsgruppen (jeweils $n = 5$), die im gleichen Umfang dreimal wöchentlich im Schritt und zusätzlich in den technischen Disziplinen (Dressur-, Spring- und Geländetraining) trainiert wurden. Die Steigungsgruppe absolvierte im Verlauf des

Versuchs einen zunehmenden Anteil des Schrittttrainings auf dem Laufband bei 10% Steigung. Auch er stellte fest, dass nach den für beide Versuchsgruppen durchgeführten Stufenbelastungstests die Zeit nach dem Belastungsende bis zum Wiedererreichen einer Herzfrequenz von unter 100 Schlägen/min nach einer sechswöchigen Trainingsphase sowohl für die Steigungsgruppe als auch für die Flachgruppe zunächst zunahm. Erst im Anschluss daran war eine Abnahme der benötigten Wiederberuhigungszeit zu verzeichnen, wenn sich dies auch nicht statistisch signifikant absichern ließ. Die vorübergehende Leistungsminderung vor der anschließend eintretenden Leistungssteigerung, die nun schon in mehreren wissenschaftlichen Arbeiten aufgefallen ist, spricht dafür, dass Pferde mindestens acht bis zehn Wochen trainiert werden müssen, bevor mit einem messbaren Effekt gerechnet werden kann. Dem entgegen stehen jedoch die Studien von THOMAS et al. (1983) und SEXTON (1987), die schon nach fünf bzw. sechs bis acht Wochen einen maximalen Trainingsfortschritt beobachtet haben.

Ein weiterer Anstieg der Messwerte fiel von der vorletzten zur letzten Probennahme für den arithmetischen Mittelwert der Herzfrequenz fast aller beprobten Pferde auf. Dies könnte allerdings tatsächlich darauf zurückzuführen sein, dass keine ausreichenden neuen Trainingsreize mehr gesetzt wurden, da die Saisonhöhepunkte für die meisten Pferde bereits erreicht worden sind. Die Missachtung des Prinzips des trainingswirksamen Reizes trägt lediglich zum Erhalt der Leistungsfähigkeit bei, nicht aber zu ihrer Steigerung (SCHNABEL et al., 2003; SCHÄFER, 2000; WEINECK, 2004). Bei Betrachtung des durchschnittlichen Arbeitspensums zwischen der fünften und der sechsten Beprobung (also zwischen der 20. und 24. Woche) fällt zusätzlich auf, dass es für die Pferde Nr. 5 – 8 sogar zu einem Trainingsrückgang gekommen ist (s. Tabelle 15), so dass die Erhöhung des arithmetischen Mittelwertes für diese Pferde tatsächlich auf einen Konditionsverlust durch mangelhafte Trainingsreize zurückzuführen zu sein scheint. Des Weiteren berichten SEXTON (1987) und SCHÄFER (2000) im Rahmen ihrer Feldstudien von einem maximalen Trainingsfortschritt bereits zwischen der sechsten und 18. Trainingswoche, dem eine Stagnation und schließlich ein Trainingsrückschritt folgen. Auch in der eigenen Untersuchung könnte dieser Trainingsrückschritt nach 20 – 24 absolvierten Trainingswochen bereits eingetreten sein. Als weitere Ursache für den Anstieg des arithmetischen Mittelwertes der Herzfrequenz ist das Übertraining (s. 2.3.1) zu

bedenken, dessen Folgen eine Ermüdung der Gewebsstrukturen und eine damit einhergehende Leistungsminderung sind (McMIKEN, 1983; MARTIN, 1987). So könnte auch der Mittelwertanstieg von der dritten zur vierten Beprobung für Pferd Nr. 7 auf ein beginnendes Übertraining hinweisen. Bei Pferd Nr. 7 kam es trotz des individuellen Höchstwertes der Tagesgesamtpunktsumme Training von 11,0 Punkten zwischen der dritten und vierten Beprobung und der geringsten Belastungsintensität bei dem vierten Galopptraining bei eben dieser Beprobung zu einem geringgradigen Mittelwertanstieg. Da es sich aber lediglich um einen durchschnittlichen Anstieg von 6,9 Schlägen/min handelt, könnte es sich auch um eine physiologische Schwankung handeln.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die Trainingsintensität für alle an dieser Studie teilnehmenden Probanden deutlich den Belastungsintensitäten der Vielseitigkeitsprüfungen angepasst haben. SERRANO et al. bemängelten 2002 noch deutliche Trainingsdefizite bei den dreizehn von ihnen beprobten Hochleistungsvielseitigkeitspferden, da im Training lediglich Mittelwerte von 138 +/- 17 Schlägen/min erreicht wurden, während der Mittelwert im Wettkampf 195 +/- 8 Schlägen/min betrug. Im Rahmen dieser Studie wurde ein Gesamtmittelwert von 169 +/- 12 Schlägen/min mit Maximalherzfrequenzen bis 223 Schläge/min erreicht, so dass in den vergangenen Jahren eine Trainingsanpassung und ein Umdenken der Vielseitigkeitsreiter im Hochleistungsbereich stattgefunden zu haben scheint.

Über den Probenzeitraum von April bis Oktober kam es sowohl für den arithmetischen Mittelwert als auch die Herzfrequenzen past 0 und past 10 zu signifikant nachweisbaren Veränderungen durch das absolvierte Konditionstraining. Auffällig bei der individuellen Auswertung (s. 4.5.2.1 – 4.5.2.4) ist jedoch, dass die größten Unterschiede in der eigenen Studie durch die Pferde ausgelöst wurden, die der „Konditionsgruppe Galopp“ (n = 4) der eigenen Studie zuzuordnen waren. Die Pferde dieser „Konditionsgruppe Galopp“ absolvierten einen hohen Anteil an dressurmäßiger Arbeit und regelmäßig Galopptrainings nach dem Prinzip der Intervallmethode. Für die Pferde aus der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ (n = 3), die ähnlich intensiv dressurmäßig gearbeitet wurden wie die erste Pferdeguppe, aber einen geringeren Anteil an Galopptrainings und dafür deutlich mehr Konditionseinheiten im Schritt und Trab absolvierten, konnte keine Anpassung des

arithmetischen Mittelwertes und der Herzfrequenz past 0 nachgewiesen werden. Für zwei Pferde der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ kam es sogar zu einem Herzfrequenzanstieg. Auch für die Herzfrequenz past 10 war lediglich für ein Pferd der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ auskultatorisch ein Herzfrequenzabfall zu verzeichnen (s. 4.5.2.3.1 – 4.5.2.3.8). Beim Vergleich der beiden Trainingsgruppen fallen zwei gravierende Unterschiede auf, die die fehlende Herzfrequenzadaptation der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ bedingen könnten. Zum einen wurde das Galopptraining in dieser Trainingsgruppe zu Gunsten einer intensiven Konditionierung im Schritt und Trab reduziert, wodurch kein ausreichender Trainingsreiz für eine Adaptation der Herzfrequenzen zu entstehen scheint. Zum anderen wurden die Galopptrainings nach der Dauer- bzw. einer Kombination aus Dauer- und Intervallmethode durchgeführt. Nach BAYLY (1985), MARLIN und NANKERVIS (2002) und DAHLKAMP (2003) sind jedoch Galopptrainings mit zu absolvierenden Steigungen nach der Intervallmethode als besonders ergiebig und somit auch gesundheitsschonend anzusehen. Diese Einschätzung der Effektivität der Intervallmethode wird durch die Ergebnisse dieser Studie unterstrichen. Zu beachten ist allerdings, dass die unterschiedlichen Herzfrequenzadaptation den beiden Trainingsgruppen auf Grund der geringen Anzahl der letztlich verbliebenen Probanden lediglich Hinweise auf an unterschiedliche Trainingsmethoden gekoppelte Herzfrequenzanpassungen liefern können, die in weiteren Studien mit einer höheren Anzahl an Probanden und einer möglichst gleichbleibenden Belastungsintensität näher untersucht werden sollten.

Eine Beeinflussung der Wiederberuhigung der Herzfrequenz durch Training konnte, wie oben bereits erwähnt, ebenfalls nur für die Pferde der „Konditionsgruppe Galopp“ beobachtet werden. Deren Einfluss war jedoch so groß, dass auch die Entwicklung der Herzfrequenz past 0 (arithmetische Mittelwert der Herzfrequenz über zehn Sekunden unmittelbar nach Beendigung des speziellen Galoppbelastungstrainings) und past 10 (arithmetische Mittelwert der Herzfrequenz über zehn Sekunden genau zehn Minuten nach Beendigung des speziellen Galoppbelastungstrainings) für die gesamte Studiengruppe statistisch signifikante Veränderungen aufwies. Dies deckt sich mit den Angaben von FOREMAN et al. (1990) und OKONEK (1998), die bei trainierten Pferden eine schnellere Regenerationsfähigkeit festgestellt haben als bei untrainierten. Dass ausgerechnet die Herzfrequenz past 0 statistisch hoch

signifikante Ergebnisse lieferte, spricht dafür, dass die verbesserte Regeneration tatsächlich auf einen Adaptationsvorgang zurückzuführen ist und nicht, wie von STRAUB et al. (1984) vermutet, eine Beeinflussung durch Umwelteinflüsse und andere Störfaktoren im Vordergrund steht. Direkt nach Beendigung des letzten Galoppintervalls befinden sich die Herzfrequenzen noch auf einem Niveau, das nach EVANS und ROSE (1988), SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN (1990), LINDNER et al. (2001) und MICHEL (2004) nicht durch psychische Faktoren beeinflussbar ist. Zusätzlich nehmen Unterschiede im „Cool Down“ keinen Einfluss, da die Herzfrequenz past 0 unmittelbar an die Beendigung des letzten Galoppintervalls erhoben wurde. Daher liegt die Vermutung nahe, dass sich auch die Herzfrequenz past 5 signifikant hätte verändert haben können und die Herzfrequenz past 10 noch deutlichere Signifikanzen erreicht hätte, wenn das „Cool Down“ einem einheitlicheren Aufbau gefolgt wäre. Vor allem die mittels GPS erhobenen Herzfrequenzwerte, die der Methodik entsprechend nicht immer im Stillstand ermittelt wurden, unterliegen deutlichen Beeinflussungen durch die nicht immer gewährleistete einheitliche Geschwindigkeit. In folgenden Studien sollte daher darauf geachtet werden, dass zumindest zum Zeitpunkt der Datenerhebung mittels GPS auch im Cool Down immer dieselbe Geschwindigkeit geritten wird.

Zusätzlich zu der auffallenden Beeinflussung der Herzfrequenzen der Pferde aus der „Konditionsgruppe Galopp“ lassen sich auch bezüglich der Turniererfolge Tendenzen erkennen. Bezogen auf die Anzahl der Teilnahmen an Vielseitigkeitsturnieren schnitten die Pferde der „Konditionsgruppe Galopp“ insgesamt deutlich erfolgreicher ab mit einer Platzierungshäufigkeit von 40%, 62,5%, 75% und 80% (s. Tabelle 60 im Anhang). In die Platzierungshäufigkeit eingerechnet wurden alle absolvierten Vielseitigkeitsprüfungen mit einem Endresultat im besten Viertel aller Prüfungsteilnehmer bezogen auf sämtliche Starts in einer Vielseitigkeitsprüfung im Jahr 2006 (s. 3.2.4). Die Pferde aus der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ erreichten eine Platzierungshäufigkeit zwischen 20% und 37,5%, Pferd Nr. 3, das sich keiner der beiden Trainingsgruppen zuordnen ließ, erreichte ebenfalls lediglich 28,6%. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Pferde aus der „Konditionsgruppe Galopp“ von den erfahreneren Reitern auf Turnieren vorgestellt wurden und die Platzierungshäufigkeit nicht nur durch die körperliche Fitness bedingt wird. Pferd Nr. 6 erreichte z.B. nur eine Platzierungshäufigkeit von 20%, zeigte aber durchschnittlich sehr gute

Leistungen auf der Geländestrecke und hatte meist schon durch die vorangegangene weniger gute dressurmäßige Leistung keine Chance mehr auf eine Platzierung. Um eine Korrelation von Trainingsmethoden und erfolgreichen Turnierteilnahmen zu überprüfen, sollten Reiter gewählt werden, die in ihrem Erfahrungspotential noch ähnlichere Voraussetzungen mitbringen als die Reiter dieser Studie. Ansonsten besteht die Gefahr, dass Trainingsdefizite durch reiterliches Können überdeckt werden könnten. Für die Beurteilung des Trainingseffektes bestimmter Regime erscheint es daher sinnvoll, lediglich die Geländeleistungen der Probanden in einer solchen Auswertung zu berücksichtigen. Hierzu könnte auf die offiziellen Fehlerpunkte, die im Rahmen der Geländestrecke angefallen sind, zurückgegriffen werden. Entsprechende Listen sind normalerweise auf den Turnieren an der Meldestelle erhältlich oder werden im World Wide Web veröffentlicht.

Insgesamt gingen in diese Studie die Galopptrainingsdaten von acht Pferden ein, obwohl zunächst 15 Pferde im Rahmen dieser Studie beprobt werden sollten (s. 3.2.1). Der Rückgang an teilnehmenden Probanden war jedoch nur in zwei Fällen auf krankheitsbedingte Ursachen zurückzuführen und hatte in einem Fall auch nicht den Ausschluss, sondern lediglich ein frühzeitiges Ausscheiden des Probanden vor der sechsten Beprobung zur Folge (Pferd Nr. 3). Im Laufe der Saison kam es bei zwei Pferden zu vorübergehenden krankheitsbedingten Trainingsunterbrechungen (s. 3.2.1.4). Dies war bei Pferd Nr. 6 auf einen Stallunfall zurückzuführen. Pferd Nr. 5 musste auf Grund eines Galopptrainings pausieren, da die plötzlich auftretende, hochgradige Lahmheit unmittelbar im Anschluss an das Galopptraining auftrat. Der zu Rate gezogene Tierarzt diagnostizierte einen Kreuzverschlag („Lumbago“), der auf eine Überlastung des Pferdes durch das Galopptraining zurückzuführen sei. Da Pferd Nr. 5 nach der Dauermethode trainiert wurde und als einziger Proband dieser Studie gesundheitliche Probleme direkt im Anschluss an ein Galopptraining bekam, unterstreicht dieser Umstand die Aussage von DYSON (1994), die auf die Gefahr der Überbelastung durch die Ermüdung der gewichtsaufnehmenden Muskulatur der Hinterhand im Rahmen der Dauermethode hinwies. Ohne den Einzelfall überbewerten zu wollen, erscheint auch aus diesem Gesichtspunkt die Intervallmethode schonender als die Dauermethode.

Das frühzeitige Ausscheiden von Pferd Nr. 3 vor der sechsten Beprobung ist im Gegensatz zu den oben besprochenen krankheitsbedingten Ausfällen nicht eindeutig klassifizierbar. Pferd Nr. 3 fing Ende August an zu lahmen, nachdem vorher keine Krankheitsanzeichen auffielen. Auch im Training wurde vom Reiter keine Beobachtung gemacht, die die folgende Lahmheit ursächlich hätte erklären können. Da es sich bei Pferd Nr. 3 mit 17 Jahren um das älteste an der Studie teilnehmende Pferd handelte, könnte es sich sowohl um eine Überlastung des Bandapparates auf Grund des Alters und der Gesamtbelastung des Pferdes gehandelt haben als auch um eine akute Überbelastung durch das absolvierte Training. Eine gesicherte tiermedizinische Diagnose war der Autorin dieser Studie allerdings nicht zugänglich. Pferd Nr. 3 fiel während der gesamten Studie durch besonders niedrige durchschnittliche Tagesgesamtpunktskummen auf, die das durchschnittliche tägliche Arbeitspensum zwischen den einzelnen Beprobungen widerspiegelt. Zusätzlich konnte eine kontinuierliche Abnahme des Durchschnittswertes über die gesamte Saison beobachtet werden, so dass Pferd Nr. 3 beim Belastungstiefpunkt zwischen der dritten und vierten Beprobung lediglich noch etwa die Hälfte des Arbeitspensums der übrigen Probanden absolvierte. Auch die Belastungsintensität zwischen dem vierten und dem fünften Galopptraining war nur unwesentlich höher, während sich die Intensität und die Anzahl der durchgeführten Galopptrainings nicht verringerte, so dass sich die belastungsintensiven Galopptrainings und übermäßig belastungsarme Trainingseinheiten abwechselten. Da nach humanmedizinischen Erkenntnissen Trainingsanpassungen nicht speicherbar sind, eine unzureichende Beanspruchung zu einer Deadaption und sinkender konditioneller Leistungsfähigkeit führt (SCHNABEL, 2003) und durch Training sowohl Knochen, Sehnen, Bänder und Gelenke als auch die Systeme zur Energieproduktion im Skelett- und Herzmuskel unter aeroben und anaeroben Bedingungen gestärkt werden (COFFMAN, 1981), könnte die aufgetretene Lahmheit auf eine Überbeanspruchung des nicht genügend intensiv trainierten Bandapparates zurückzuführen sein. Dies lässt sich jedoch nicht mit Sicherheit nachweisen.

Ein letzter Krankheitsfall soll hier nicht unerwähnt bleiben, auch wenn er keine Messausfälle zur Folge hatte. Pferd Nr. 1 absolvierte sechs Tage nach der letzten Galopptrainingsbeprobung die Geländestrecke eines CCI**** und blieb dabei mit zwei Verweigerungen weit hinter den Erwartungen zurück. Der subjektive Eindruck

der Reiterin, die bereits während des Rittes das Gefühl hatte, ihrem Pferd fehle die nötige Kraft und die sonst herausragende Leistungsbereitschaft, bestätigte sich durch eine anschließende tierärztliche Untersuchung, die einen akuten viralen Infekt des Pferdes attestierte. Da ausgerechnet die wenige Tage zuvor durchgeführten Messungen im Rahmen des letzten Galopptrainings besonders hohe und nicht direkt erklärbare Werte des arithmetischen Mittelwertes und vor allem der Herzfrequenz past 0 lieferten, stellt sich die Frage, ob sich die Erkrankung des Pferdes bereits über den Herzfrequenzanstieg ankündigte, noch bevor die Reiterin Krankheitssymptome wahrnehmen konnte. In humanwissenschaftlichen Studien wurde festgestellt, dass das Leistungsvermögen bereits bei einer subklinischen Erkältung um ca. 20% abfällt und die Herzfrequenz um 10 bis 15 Schläge/min ansteigt. Somit erhöht sich die Herzfrequenz während eines Infektes bei gleichbleibender Belastung und zeigt auch schon während submaximaler Belastung ein anderes Verhaltensmuster als normalerweise (JANSSEN, 2003). Daher könnte sich die Messung der Herzfrequenz bei routinemäßigen Kontrollen durch den Reiter eignen, um subklinische Krankheitszustände frühzeitig zu erkennen.

Bezüglich der durchschnittlichen Trainingsintensität über die Trainingseinheiten einer gesamten Saison gibt es hingegen noch keine direkten Vergleichswerte, da erst im Rahmen dieser Studie ein Score-System zur Intensitätsbewertung erstellt wurde. Anhand der Mittelwerte der Tagessummen zeigte sich, dass sechs der beprobten Pferde auf einem sehr ähnlichen durchschnittlichen Niveau trainiert wurden, ein Pferd geringgradig nach unten abwich und nur ein Pferd deutlich niedrigere durchschnittliche Werte aufwies. Die höchste durchschnittliche Trainingsintensität wurde schon vor der ersten, ein zweiter Höhepunkt zwischen der dritten und fünften Beprobung erreicht. Ob ein kontinuierlicher durchschnittlicher Intensitätsanstieg über die gesamte Saison hinweg günstiger wäre, kann anhand dieser Studie jedoch nicht beurteilt werden. Das krankheitsbedingte verfrühte Ausscheiden ausgerechnet des Pferdes, welches die mit Abstand geringsten durchschnittlichen Trainingsintensitäten erreichte, unterstreicht die Forderung nach einem ausreichend intensiven Training für Sportpferde, wenngleich nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte, dass das krankheitsbedingte Ausscheiden tatsächlich auf ein mangelndes Training zurückzuführen war.

Trotz der bereits besprochenen Widrigkeiten eines Feldversuchs scheinen Herzfrequenzmessungen sensible und geeignete Parameter zur Überprüfung von Trainingserfolgen. Selbst in dem Feldversuch, der dieser Studie zu Grunde liegt, konnten signifikante Veränderungen einiger Herzfrequenzparameter nachgewiesen werden, obwohl die teilnehmenden Reiter nur sehr eingeschränkte Kooperationsmöglichkeiten bezüglich einer einheitlichen und wiederkehrenden Trainingsgestaltung sahen, um die Pferde auf die individuell anstehenden Prüfungen ideal vorbereiten zu können. Daher wären weitere wissenschaftliche Untersuchungen zur Anpassung des arithmetischen Mittelwertes, der Herzfrequenz past 0 und der Herzfrequenz past 10 in besser standardisierbaren Studien wünschenswert, um die Herzfrequenzmessung in Zukunft als geeignetes Instrument des Trainingsmonitorings einsetzen zu können. Somit könnten Rückschlüsse auf die Effektivität einzelner Trainingsmethoden gezogen und Trainingspläne anhand dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse modifiziert werden. Das Ziel sollte ein möglichst pferdeschonendes Training sein, das dennoch zu einer ausreichenden Konditionierung für die gestellten Aufgaben führt, die dann ebenfalls mit Hilfe von Herzfrequenzmessungen überprüft werden kann.

6 Schlussfolgerungen

Das Global Positioning System in Kombination mit der sekundengenauen Herzfrequenzaufzeichnung mittels Elektroden erwies sich erneut als geeignet zur Anwendung im Feld und erschließt neue Möglichkeiten zur Trainingsüberwachung von Vielseitigkeitspferden.

In dieser Studie konnten erstmals kontinuierlich Galopptrainingsaufzeichnungen von acht Vielseitigkeitspferden im Hochleistungssport in regelmäßigen Abständen gewonnen werden. Es gelang, nahezu lückenlose Dokumentationen über die Trainingseinheiten der beprobten Pferde zu erhalten. Anhand der Auswertung der Trainingsprotokolle ließen sich die teilnehmenden Pferde nach der Art ihres Trainingsaufbaus in zwei Gruppen unterteilen. Lediglich Pferd Nr. 3 ließ sich keiner der beiden Trainingsgruppen zuordnen. Die Trainingsmethoden unterschieden sich vor allem darin, dass die sogenannte „Konditionsgruppe Galopp“ (n = 4) im Durchschnitt fast doppelt so viele Galopptrainings absolvierte wie die „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ (n = 3). Ein weiterer Unterschied lag im Aufbau der Galopptrainings an sich, da die „Konditionsgruppe Galopp“ ausschließlich nach der Intervallmethode mit Steigung trainiert wurde, während die „Konditionsgruppe Schritt und Trab“ auf Rundkursen nach der Dauer- bzw. einer Kombination von Dauer- und Intervallmethode trainiert wurden. Bezüglich des durchschnittlichen Arbeitspensums pro Tag lagen die Mittelwerte für alle Pferde mit Ausnahme von Pferd Nr. 3 in ähnlichen Bereichen. Pferd Nr. 3 wurde deutlich weniger intensiv gearbeitet als die übrigen Probanden.

Zur Berücksichtigung schwankender Belastungsintensitäten und der variierenden Umweltbedingungen wurde ein Score-Schema für die Beurteilung der beprobten Galopptrainings erstellt. Da der p-Wert weder für den Korrekturfaktor „Belastung“ noch für den Korrekturfaktor „Umwelt“ im Rahmen der Auswertung statistisch signifikante Werte annahm, ist entweder davon auszugehen, dass die Belastungs- und Umweltbedingungen im Rahmen dieser Studie bei Betrachtung der gesamten Gruppe zu vernachlässigen sind oder das verwendete Score-Schema die Unterschiede nicht ausreichend widerspiegelt. Auf Grund der intraindividuellen deutlichen Abweichungen der einzelnen Galopptrainings voneinander und den sehr

wechselhaften Umweltbedingungen ist eher davon auszugehen, dass das Score-Schema weiter überarbeitet werden muss.

Trotz einer deutlichen Steigerung der Trainingsintensität im Vergleich zu früheren Studien, wird die absolute Maximalherzfrequenz im Training nach wie vor nicht bzw. nur in wenigen Ausnahmefällen erreicht.

Der durchschnittliche Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz zeigte einen Abfall im Laufe der Saison, der sich jedoch nicht signifikant absichern ließ. Ob dieser Parameter dennoch grundsätzlich geeignet ist, um Trainingseffekte messbar zu machen, kann anhand dieser Studie nicht beantwortet werden.

Sowohl der arithmetische Mittelwert als auch die Herzfrequenz past 0 und past 10 zeigen signifikante Veränderungen im Laufe der Saison und sind somit geeignet, um trainingsbedingte Anpassungsvorgänge auch in Feldstudien zu überprüfen.

Während die auskultatorische Messung den Vorteil birgt, dass die Datenermittlung zwangsläufig immer im Stillstand erfolgen muss, lässt sich mittels GPS der Probenzeitpunkt sekundengenau einhalten. Allerdings muss genauestens darauf geachtet werden, dass stets die selbe Gangart geritten wird, um eine gute Vergleichbarkeit der Daten erreichen zu können.

Beim interindividuellen Vergleich der Entwicklung der sich statistisch signifikant verändernden Herzfrequenzparameter fällt auf, dass die Signifikanz für alle Parameter von den selben Pferden erzeugt wird. Dass alle die Signifikanz beeinflussenden Pferde der „Konditionsgruppe Galopp“ zuzuordnen sind, spricht dafür, dass deren Trainingsmethode effektiver ist als die der Pferde aus der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“.

7 Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es zu prüfen, ob sich im Rahmen eines Feldtests durch Training erreichte Herzfrequenzveränderungen bei Pferden im Vielseitigkeitssport messen lassen. Sollte dies gelingen, bestanden weitere Ziele darin, etwaige Veränderungen der Herzfrequenzen beim Galopptraining zu vergleichen, um Anhaltspunkte über die Auswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem des Pferdes durch verschiedene Trainingsmethoden zu erhalten und so objektiver beurteilen zu können. Hierzu wurden die Trainingsdaten von acht Hochleistungs-vielseitigkeitspferden des deutschen Bundeskaders über eine Turniersaison von April bis September erhoben. Im Abstand von vier Wochen wurden Beprobungen der Galopptrainingseinheiten unter möglichst standardisierten Bedingungen durchgeführt.

Bei den Galopptrainingsbeprobungen wurden mittels GPS und Herzfrequenzelektroden sekundengenaue Herzfrequenz- und Geschwindigkeitsaufzeichnungen durchgeführt und Protokolle über den Trainingsablauf, besondere Vorkommnisse, die klimatischen Bedingungen und die Bodenverhältnisse erstellt. Die Auswertung der Herzfrequenzparameter erfolgte unter Berücksichtigung der jeweiligen Belastungsintensität und der Umweltbedingungen, die mit Hilfe eines Score-Schemas in die statistische Auswertung eingingen. Als Zielparameter wurden die Ruheherzfrequenz (auskultatorisch sowie mittels GPS), der arithmetische Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle, die Maximalherzfrequenz, die Differenz der Herzfrequenz zwischen dem Beginn des speziellen Galopptrainings zu dessen Ende, der durchschnittliche Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz, der Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bei einer Beschleunigung von 150 Metern pro Minute und die Herzfrequenz direkt nach Belastungsende (past 0), sowie fünf und zehn Minuten nach Belastungsende (past 5 und past 10) festgelegt. Die Herzfrequenzen past 0 und past 10 wurden zusätzlich zur GPS-Messung auch auskultatorisch ermittelt.

Für alle Pferde konnte eine sehr deutliche und kontinuierliche visuelle Linearität zwischen der gerittenen Geschwindigkeit und der zeitgleich erreichten Herzfrequenz auch in niedrigen Geschwindigkeits- und Herzfrequenzbereichen erreicht werden.

Dies spricht für eine sehr geringe Beeinflussung der Pferde durch äußere Einflüsse in dieser Studie.

Der arithmetische Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle und die Herzfrequenzen past 0 und past 10 stellen auch unter den variablen Bedingungen eines Feldtests geeignete Parameter dar, um Trainingsadaptationen des kardiovaskulären Systems zu überprüfen. Hierbei zeigt sich, dass die auskultatorische und die mittels GPS durchgeführte Messung für die Bestimmung der Herzfrequenz past 10 gleichermaßen geeignet sind, um diese Veränderungen zu erfassen.

Die Trainingsmethoden für sieben der beprobten Pferde ließen sich in zwei Gruppen einteilen, die sich zum einen in der Anzahl der durchgeführten Galopptrainings-einheiten und Konditionstrainingseinheiten im Schritt und Trab als auch in der Methodik des Galopptrainings an sich unterschieden. Die statistisch signifikante Abnahme ($p = 0,02$) des arithmetischen Mittelwertes der Herzfrequenz während der Galoppintervalle, der Herzfrequenz past 0 ($p = 0,0005$) und der sowohl auskultatorisch ($p = 0,006$) als auch GPS-ermittelten Herzfrequenz past 10 ($p = 0,001$) wurde maßgeblich durch die Pferde aus der „Konditionsgruppe Galopp“ bewirkt. Ob vorrangig die Anzahl der durchgeführten Galopptrainings oder der Aufbau der Galopptrainings eine Rolle spielen, muss in weiteren Studien geklärt werden. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Konditionstrainingseinheiten im Galopp nach der Intervallmethode bezüglich der adaptativen Vorgänge des kardiovaskulären Systems dem Konditionstraining vorwiegend im Schritt und Trab überlegen sind.

8 Summary

The purpose of this field study was to examine whether there is the possibility of measuring changes in heart rate frequencies of eventing horses, induced by training. If this was possible, a further aim of the study was to identify if differences of these changes in heart frequencies could be linked to different gallop training schemes. This would give an indication on the impact on the horses' cardiovascular system under various training methods. The aim of an increased objectivity in judging different training methods was warranted by evaluating the different methods. During one tournament season from April until September, training data of eight high performance event horses of the German national eventing team were collected. Periodic samplings of gallop training modules were aimed to be done in an interval of four weeks. The samplings were taken under the most standardized circumstances possible in a field study.

The samplings of the gallop training sessions were conducted through GPS and the use of polar heart rate monitoring, which precisely recorded the frequency of the heart rate and speed. Data concerning the training process, specific incidents, climate conditions and the ground conditions were compiled. The analysis of the heart rate parameters took into consideration the training intensity and external (like environmental) conditions, which were included in the statistic data by using a score-point-system.

The objective parameters consisted of the heart rate at rest (by auscultation as well as by using GPS), the arithmetic mean of the heart frequency during the gallop intervals, the maximum heart rate, the difference of the frequency of the heart rate between beginning and end of a specific gallop training, the average rise of the frequency of the heart rate until maximum frequency heart rate per second, the mean increase of the heart rate frequency per second with an acceleration of 150 meter per minute and the heart frequency which was counted directly after the end of the gallop (past 0), as well as five and ten minutes after the exposure period (past 5 and past 10). The frequency of the heart rate past 0 and past 10 were additional to the GPS-measure by auscultation defined.

Each horse reached a very obvious and continuous visual linearity between its speed and the simultaneous measured heart rate, which was also true with low speed and heart rates. This proved, that the results of the measurements in the field were not biased by external factors.

The arithmetic mean of the heart rate during the galloping intervals and the heart rate frequencies past 0 and past 10 were the most appropriate parameters to verify effects of training on the cardio-respiratory function even under the variable circumstances of the field study. These results show further, that auscultation and GPS measurements gave similar data.

The training methods of seven horses could be differentiated in two groups. They differed mainly in number, speed and duration of galloping training sessions. Horses of the “Galloping group” show statistically significant differences ($p = 0.02$) in the arithmetic mean of the heart rate during gallop intervals, the frequency of the heart rate past 0 ($p = 0.0005$) and past 10, as evaluated by auscultation ($p = 0.006$) as well as per GPS ($p = 0.001$). If the number of gallop trainings or the organisation of the gallop trainings specifically plays a part in enhanced cardiorespiratory function has to be analysed in further field studies. The results of this field study indicate that interval training sessions in gallop have more impact on adaptive processes in the cardiovascular system as training sessions which aim to improve fitness by longer periods of walk and trot.

9 Literaturverzeichnis

AHSBAHS, B. und CHMIEL, C. (1992)

„Sportlehre“: Grundlagen der Trainingslehre, 103 – 148

FN-Verlag, Warendorf

ARMORY, H.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; BUCHET, M.; LEUKEUX, P.
(1993)

Physiological responses to the cross-country phase in eventing horses

Equine Vet. J., 13, 646 – 651

ANTONI, H. (2000)

Mechanik der Herzaktion in „Physiologie des Menschen“. Schmidt, R.F.; Thews, G.
und Lang, F. (Hrsg.)

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 448 – 504

ART, T. and LEKEUX, P. (1993)

Training-induced modifications in cardiorespiratory and ventilatory measurements in
thoroughbred horses

Equine Vet. J., 25, 532 – 536

ART, T. and LEKEUX, P. (1994)

The respiratory system: Anatomy, physiology and adaptations to exercise and
training in „The athletic horse“. Hodgson, D.R. u Rose, R.J. (eds.)

W.B. Saunders Company, Philadelphia, 79 – 129

ART, T.; FRANCHIMONT, P.; LEKEUX, P. (1994)

Plasma β -endorphin response of thoroughbred horses to maximal exercise

Vet. Rec., 135, 499 – 503

AUSTIN, S. M.; FOREMAN, J. H.; HUNGERFORD, L. L. (1995)

Case – control study of risk factors for development of pleuropneumonia in horses

J. Am. Vet. Med. Assoc., 207, 325 – 328

BARREY, E.; GALLOUX, P.; VALETTE, J.P.; AUVINET, B. (1993)

Comparison of heart rate, blood lactate, and stride length and frequency during incremental exercise tests in overground vs. treadmill conditions

The Equine Athlete, 6, 14 – 17

BAYLY, W.M.; GABEL, A.A.; BARR, S.A. (1983)

Cardiovascular effects of submaximal aerobic training on a treadmill in standardbred horses, using a standardized exercise test

Am. J. Vet. Res., 44, 544 – 553

BAYLY, W.M. (1985)

Training Programs

Vet. Clin. North Am. Equine Pract., 1, 597 – 610

BETROS, C.L.; MCKEEVER, K.H.; KEARNS, C.F.; MALINOWSKI, K. (2002)

Effects of aging and training on maximal heart rate and VO₂max.

Equine Vet. J. Suppl., 34, 100 – 105

BLUM, I. und FRIEDMANN, K. (2002)

Trainingslehre – Sporttheorie für die Schule

Promos Verlag GmbH, Pfullingen

BOOS, I., PLOCKI VON, A.; HERMANN, M.; LAUK, H.D. (1991)

Einfluss eines Windsimulators auf die in standardisierten Leistungstests ermittelte aktuelle Leistungsfähigkeit von Pferden

Pferdeheilkunde, 7, 347 – 354

BRUIN, G.; KUIPERS, H.; KEIZER, H.A.; VANDER VUSSE, G.J. (1994)

Adaption and overtraining in horses subjected to increasing training loads

J. Appl. Physiol., 76, 1908 – 1913

CIKRYTOVA, E.; KOSTELECKA, B.; KOVAR, J.; HORÁK, S.; HANÁK, J. (1991)

Standardized exercise test on a track to evaluate exercise capacity in different breeds of horses

Equine Exercise Physiology, 3, 37 – 40

CLAYTON, H.M. (1991)

Conditioning Sport Horses

Sport Horse Publications, University of Saskatchewan, Saskatoon, 3 – 228

COUROUCÉ, A. (1998)

Endurance and sprint training in „Conference on Equine Sports Medicine and Science“. Lindner, A. (ed.)

Wageningen Pers, Wageningen, 190 – 202

COUROUCÉ, A. (1999)

Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters

Equine Vet. J. Suppl., 157, 112 – 122

COYLE, E.F. (1998)

Cardiovascular drift during prolonged exercise and the effects of dehydration

Int. J. Sports Med., 19, 121

DAHLKAMP, M. (2003)

Vergleich zweier Trainingsmethoden für Vielseitigkeitspferde unter besonderer Berücksichtigung von Bergtraining

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, FN (1994)

Ethik im Pferdesport Teil 1: Die ethischen Grundsätze des Pferdefreundes

FN-Verlag, Warendorf

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, FN (2001)

Richtlinien Band 2: Ausbildung für Fortgeschrittene

FN-Verlag, Warendorf

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, FN (2005)
Richtlinien Band 1: Grundausbildung für Reiter und Pferd
FN-Verlag, Warendorf

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (FN) (2007)
Leistungs-Prüfungs-Ordnung 2008
FN Verlag, Warendorf

DIBOWSKI, A. (2003)
Vielseitigkeit. Reiten von seiner schönsten Seite
Bouvier-Verlag, Bonn

DOBBERSTEIN, K. (2004)
Intervalltraining und Einfluss verschiedener Steigungsabfolgen bei
Vielseitigkeitspferden: Blutlaktatwerte und Herzfrequenzen
Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

DYSON, S.J. (1994)
Training the event horse in „The athletic horse“. Hodgson, D.R. und Rose, R.J. (eds.)
W.B. Saunders Company, Philadelphia

EHLENZ, H.; GROSSER, M.; ZIMMERMANN, E. (2003)
Krafttraining: Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung,
Trainingsprogramme
BLV-Verlag, München

EHRLEIN, H.J.; ENGELHARDT VON, W.; HÖRNICKE, H. (1970a)
Registrierung der Herzschlagfrequenz von Sportpferden während standardisierter
Belastung
Zbl. Vet. Med. A, 17, 91 – 96

EHRLEIN, H.J.; ENGELHARDT VON, W.; HÖRNICKE, H.; TOLKMITT, G.; DUSEK, J. (1970b)

Untersuchung über die Beziehung zwischen Herzschlagfrequenz und Leistung bei Pferden

Zbl. Vet. Med A, 17, 577 – 591

EHRLEIN, H.J.; HÖRNICKE, H.; ENGELHARDT VON, W.; TOLKMITT, G. (1973)

Die Herzschlagfrequenz während standardisierter Belastung als Maß für die Leistungsfähigkeit von Pferden

Zbl. Vet. Med., A 20, 188 – 208

ENGELHARDT VON, W. (1977)

Cardiovascular effects of exercise and training in horses

Adv. Vet. Sci. Comp. Med., 21, 173 – 205

ENGELHARDT VON, W. (1992)

Körperliche Leistungsfähigkeit – ein Vergleich zwischen Pferden und Menschen

Dtsch. Tierärztl. Wochenschr., 99, 24 – 26

ENGELHARDT VON, W. (1995)

Leistungsphysiologie des Sportpferdes in „Handbuch Pferd“. Thein, P. (Hrsg.)

BLV Verlagsgesellschaft, München, S. 711 – 727

ENGELHARDT VON, W. (2000)

Arbeitsphysiologie unter besonderer Berücksichtigung des Pferdeleistungssport in „Physiologie der Haustiere“. Engelhardt, W., Breves, G. (Hrsg.)

Enke Verlag, Stuttgart, 482 – 489

ERICKSON, H.H.; SEXTON, W.L.; ERICKSON, B.K.; COFFMAN, J.R. (1987)

Cardiopulmonary response to exercise and detraining in the quarter horse

Equine Exercise Physiology, 2, 41 – 50

EVANS, D.L. (1985)

Cardiovascular adaption to exercise and training

Vet. Clin. North Am., 1, 513 – 531

EVANS, D.L. and ROSE, R. (1988)

Cardiovascular and respiratory responses to submaximal exercise training in the thoroughbred horse

Pflügers Arch., 411, 316 – 321

EVANS, J.W.; BORTON, A.; HINTZ, H.; DALE VAN VLECK, L. (1990)

The horse, second edition

W.H. Freeman and Company, New York

EVANS, D.L. (1994)

The cardiovascular system: Anatomy, Physiology and Adaptions to exercise and Training in „The Athletic Horse“. Hodgson, D.R. und Rose, R.J. (eds.)

W.B. Saunders Company, Philadelphia, 130 – 142

EVANS, D.L.; RAINGER, J.E.; HODGSON, D.R.; EATON, M.D.; ROSE, R.J. (1995)

The effects of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise

Equine Vet. J. Suppl., 18, 422 – 425

EVANS, D. L. (2004)

Exercise testing in the field in „Equine Sports Medicine and Surgery, Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete“. Hinchcliff, K.W.; Kaneps, A.J. und Geor, R.J. (eds.)

W.B. Saunders Company, Philadelphia, 19 – 31

FÉDÉRATION EQUESTRE INTERNATIONALE, FEI (2006)

Rules for Eventing

Federation Equestre Internationale, Lausanne

FLAMINIO, M.J.B.F.; GAUGHAN, E.M.; GILLESPIE, J.R. (1996)

Exercise intolerance in endurance horses

Vet. Clin. North Am. Equine Pract., 12, 565 – 575

FOREMAN, J.H.; BAYLY, W.M.; GRANT, B.D.; GOLLNICK, P.D. (1990)

Standardized exercise test and daily heart rate responses of thoroughbreds undergoing conventional race training and detraining

Am. J. Vet. Res, 51, 914 – 920

FOREMAN, J. H. (1998)

The exhausted horse syndrome

Vet. Clin. North. Am. Equine Practice, 14, 205 – 219

FOREMAN, J. H. (2004)

Veterinary aspects of competing and training three-day event and dressage horses in „Equine Sports Medicine and surgery, Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete“. Hinchcliff, K. W.; Kaneps, A. J. und Geor, R. J. (eds.)

W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1090 – 1104

FRANKE, E.H. (1999)

Genauigkeitssteigerung bei GPS-basierenden Navigationssystemen

Skriptum zum Vortrag anlässlich der 44. UKW-Tagung 1999 in Weinheim

FREY, G. (1977)

Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fähigkeiten in „Leistungssport 7“. Deutscher Sportbund (Hrsg.)

Verlag Hofmann, Schorndorf, 339 – 362

FROBÖSE, I. und HARTMANN, C. (2002)

Bewegung und Training – Grundlagen und Methodik für Physio- und Sporttherapeuten

Urban und Fischer Verlag GmbH & Co KG, München

FRY, R.W.; MORTON, A.R.; KEAST, D. (1991)

Overtraining in athletes: an update

Sports Med., 12, 32 – 65

FRY, A.C. and KRAEMER, W.J. (1997)

Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses

Sports Med., 23, 106 – 129

GABEL, A.A.; MILNE, D.W.; MUIR, W.W.; SKARDA, R.T.; WEINGOLD, M.F. (1983)

Some physiological responses of standardbred horses to a submaximal exercise test following conventional and interval training

Equine Exercise Physiology, 1, 497 – 504

GALLOUX, P. (1996)

Concours complet d'Equitation

Vigot Maloine, Paris

GALLOUX, P. (2002)

Development of the training method in three-day-event horses in „Cesmas 2002: The elite dressage and three-day-event horse“. Lindner, A. (Hrsg.)

Lensing Druck, Dortmund, 55 – 60

GOTTLIEB-VEDI, M.; PERSSON, S.; ERICKSON, H.; KORBUTIAK, E. (1995)

Cardiovascular, respiratory and metabolic effects of interval training at VLA 4

J. Vet. Med. A., 42, 165 – 174

GROSSER, M.; STARISCHKA, S.; ZIMMERMANN, E. (2004)

Das neue Konditionstraining

BLV-Verlag, München

GYSIN, J.; ISLER, R.; STRAUB, R. (1987)

Beurteilung der Leistungskapazität und Festlegung der Trainingsintensität bei Sportpferden mittels Pulsfrequenzaufzeichnungen und Plasmalaktatbestimmungen

Pferdeheilkunde, 3, 193 – 200

HARBIG, S. (2006)

Leistungsmonitoring von Hochleistungsvielseitigkeitspferden im Wettkampf und Training: Untersuchungen zur Herzfrequenz

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

HARKINS, J.D.; KAMERLING, S.G.; BAGWELL, S.G.; KARNS, P.A. (1990)

A comparative study of interval and conventional training in thoroughbred horses

Equine Vet. J. Suppl., 9, 14 – 19

HARKINS, J.D. and KAMERLING, S.G. (1991)

Assessment of treatmill intervall training on fitness

Equine Vet. Sci., 237 – 242

HARKINS, J.D.; BEADLE, R.E.; KAMERLING, S.G. (1993)

The correlation of running ability and physiological variables in Thoroughbred racehorses

Equine Vet. J. Suppl., 25, 53 – 60

HARMEYER, J. (2000)

Herz in „Physiologie der Haustiere“. Engelhardt von, W. und Breves, G. (Hrsg.)

Enke Verlag, Stuttgart, 136 – 157

HEBENBROCK, M. (2005)

GPS gestütztes Monitoring von Hochleistungsvielseitigkeitspferden in Wettkampf und Training

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

HELD, A. (1997)

Aussagekraft eines laktatgestützten Maximaltests auf dem Laufband für Männer und Frauen mit unterschiedlichem Dauerleistungsvermögen

Diss., Universität Zürich, Zürich

HENNINGS, A. (2001)

Herzfrequenzgesteuertes Laufbandtraining von 4-jährigen Warmblutpferden:
Leistungsfortschritte und physiologische Indikatoren
Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

HEPPES, C. (2003)

Blutglucose-, Insulin- und Glucagonkonzentration bei Vielseitigkeitspferden unter
Belastung
Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

HICK, C. und HICK, A. (2000)

Kurzlehrbuch Physiologie
Urban & Fischer Verlag, München, 41 – 77, 153 – 160

HILGERS, S. (2005)

Longitudinalverlauf gesundheitlicher insbesondere radiologischer Befunde im Verlauf
mehrfähriger definierter Trainingsprogramme von Vielseitigkeitspferden
Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

HIRTZ, P.; NIEBER, L.; SCHIELKE, E. (2001)

Trainings- und Bewegungslehre in „Lehrmaterialien zur Ausbildung von
Übungsleitern und Trainern“. Landessportbund M-V e.V. (Hrsg.)
Macom., Schwerin

HODGSON, D.R. and ROSE, R.J. (1994)

„The athletic horse”: Training Regimens: Physiologic adaptations to training, 379 – 386
W.B. Saunders Company, Philadelphia

HOHMANN, LAMES; LETZELTER (2003)

Einführung in die Trainingswissenschaft
Limpert Verlag GmbH, Wiebelsheim

ISLER, R.; STRAUB, R.; APPENZELLER, T.; GYSIN, J. (1982)

Beurteilung der aktuellen Leistungsfähigkeit zur Festlegung der optimalen Belastungsintensität für Intervalltraining bei Warmblutpferden

Schw. Arch. Tierheilk., 123, 603 – 612

JAEK, F. (2004)

Leistungsmonitoring von Hochleistungsvielseitigkeitspferden im Wettkampf und Training: Untersuchungen zum Blutlaktat

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

JEFFCOTT, L.B. and KOHN, L.W. (1999)

Contributions of equine exercise physiology research to the success of the 1996 Equestrian Olympic Games: a review

Equine Vet. J., Suppl. 30, 347 – 355

JANSSEN, P.G.J.M. (2003)

Ausdauertraining

Spitta Verlag GmbH und Co. KG, Balingen

JONES, W.E. (1984)

Equine exercise physiology: a rejuvenated discipline

Veterinary Medicine, 79, 8, 1067 – 1068

JONES, W.E. (1989)

Equine Sports Medicine

Lea & Febiger, Philadelphia

KALLUS, K.W. (1995)

Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen

Swets & Zeitlinger, Frankfurt

KELLMANN, M. und KALLUS, K.W. (2000)

Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen für Sportler; Handanweisung

Swets & Zeitlinger, Frankfurt

KENT, M. (1998)

Wörterbuch Sportwissenschaft und Sportmedizin

Limpert Verlag, Wiesbaden, 422 – 423

KING, C.M.; EVANS, D.L.; ROSE, R.J. (1995)

Acclimations to treadmill exercise

Equine Vet. J. Suppl., 18, 453 – 456

KINGSTON, J.K.; SOPPET, G.M.; ROGERS, C.W.; FIRTH, E.C. (2006)

Use of a global positioning and heart rate monitoring system to assess training load in a group of thoroughbred racehorses

Equine Vet. J. Suppl., 36, 106 – 109

KITZING, J.; KUTTA, D.; BLEICHERT, A. (1986)

Temperaturregulation bei langdauernder schwerer körperlicher Arbeit

European Journal of Physiology, 301, 241 – 253

KINDERMANN, W.; Simon, G.; KEUL, J. (1979)

The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training

Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol., 42, 25 – 34

KOLB, E. (1989)

Die nervale Beeinflussung der Herzfunktion in „Lehrbuch der Physiologie der Haustiere“. Engelhardt von, W. und Breves, G. (Hrsg.)

Fischer Verlag, Stuttgart

KORTE, M. (2006)

Leistungsbewertung bei Pferden mit definierten Trainingsprogrammen und bei Pferden mit nicht überwachtem Training

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

KRAFT, W. (2005)

Hämatologie in „Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin“. Kraft, W. und Dürr, U.M. (Hrsg.)

Schattauer GmbH, Stuttgart, 49 – 93

KRZYWANIEK, H. (1999)

Leistungsphysiologie in „Handbuch Pferdepraxis“. Dietz, O. und Huskamp, B. (Hrsg.)

Enke Verlag, Stuttgart, 34 – 59

KUBO, K., SENTA, T.; SUGIMATO, O. (1974)

Relationship between training and heart in the thoroughbred racehorse

Exp. Rep. Equine Health Labs., 11, 87 – 93

KUPZOG, J. (1999)

Satellitennavigation

Luftfahrtverlag Schiffmann, Frechen, 1 – 80

LEKEUX, P.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; ARMORY, H. (1991)

Heart rate, hematological and Serum Biochemical Responses to Show Jumping

Equine Exercise Physiology, 3, 385 – 390

LENG, V. (1992)

Das Vielseitigkeitspferd – Der Vielseitigkeitsreiter, Ausbildung, Training, Event

BLV Buchverlag, München

LEWING, C. (2001)

Ausdauertraining von Sportpferden bei unterschiedlicher Belastungsintensität und –
dauer

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

LIEBETRAU, A.D. (2004)

Global Positioning System (GPS) – Herzfrequenzaufzeichnung, eine neue Hilfe für
das Training von Fahrpferden

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

LINDHOLM A. and SALTIN B. (1974)

The physiological and biochemical response of standardbred horses to exercise of varying speed and duration

Acta Vet. Scand., 15, 310 – 324

LINDNER, A. (1997)

Laktat und Leistung

Verlag Dr. A. Lindner, Bonn

LINDNER, A.; SOBOTTA, M.; SASSE, H. (2001)

Genauigkeit der Steuerung der Laktatkonzentration im Blut von Pferden nach Belastungen mit Geschwindigkeiten, die durch Ergebnisse eines Belastungstests vorgegeben waren. Teil 2: Beziehung zwischen Herzfrequenz während der Belastung und Laktatkonzentration im Blut nach Belastung

Pferdeheilkunde, 17, 241 – 246

LOVING, N.S. (1993)

Veterinary Manual for the Performance Horse

Equine Research, Inc., Texas

LUTZ, G.; SCHNEIDER, J.; PANNDORF, H.; PREUSSE, C.; GRÜN, E. (1976)

Das Verhalten der Ruheherzfrequenz beim trainierten Galopprennpferd

Mh. Vet. Med. 31, 134 – 140

MADER, A.; LIESEN, H.; HECK, H.; PHILIPPI, H.; ROST, R.; SCHÜRCH, P.;

HOLLMANN, W. (1976)

Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor

Sportarzt Sportmed., 27, 80 – 88

MARLIN, D.J.; HARRIS, P.A.; SCHROTER, R.C. et al. (1995)

Physiological, metabolic and biochemical responses of horses competing in the speed and endurance phase of a CCI **** 3-day-event

Equine Vet. J. Suppl. 20, 37 – 46

MARLIN, D.J. and NANKERVIS, K. (2002)

„Equine exercise Physiology“:

Cardiovascular responses, 113 – 126

Training principles, 180 – 188

Training facilities, 189 – 197

Practical training, 198 – 210

Exercise testing, 211 – 244

Blackwell Science Ltd., Oxford

MARTI, B.; ABELIN, T.; HOWALD, H. (1987)

A modified, fixed blood lactate threshold for estimating running speed for joggers in 16-km-races

Scand. J. Sports Sci., 9, 41 – 45

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. (2001)

Handbuch Trainingslehre

Verlag Hofmann, Schorndorf

McARDLE, W.D., HARRIS, R.C.; SNOW, D.H. (2001)

Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance

Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 165 – 173

McGOWAN, C.M.; GOLLAND, L.C.; EVANS, D.L.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. (2002)

Effects of prolonged training, overtraining and detraining on skeletal muscle metabolites and enzymes

Equine Vet. J., 34, 257 – 263

McMIKEN, D. (1983)

An energetic basis of equine performance

Equine Vet. J., 15, 123 – 133

MICHEL, G. (2004)

Veränderungen der Herzfrequenz unter definierter Steigungsbelastung auf dem Laufband und während des Intervalltrainings von Vielseitigkeitspferden
Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

MILL, J. (1977)

Die Zeitwerte und der Systolen-Diastolen-Quotient im Elektrokardiogramm des Sportpferdes und ihre Beziehung zur Leistung
Mh. Vet. Med. 32, 861 – 866

MILLER, P.A. and LAWRENCE, L.M. (1987)

The effect of submaximal treadmill training on heart rate, lactate and ammonia in Quarter horses
Equine Exercise Physiology, 2, 476 – 484

MILNE, D.W.; GABEL, A.A.; MUIR, W.W.; SKARDA, R.T. (1977)

Effects of training on heart rate, cardiac output and lactic acid in standardbred horses using a standardized exercise test
Journal Equine Med. Surg. 1, 131 – 135

MUJIKKA, I. and PADILLA, S (2001)

Muscular characteristics of detraining in humans
Med. Sci. Sports Exerc., 33, 1297 – 1303

MÜLLER, E.A. und HETTINGER, T. (1954)

Die Bedeutung des Trainingsverlaufes für die Trainingsfestigkeit von Muskeln
European Journal of Applied Physiology, 15, 452 – 458

OHMURA, H.; HIRAGA, A.; MATSUI, A.; AIDA, H.; INOUE, Y.; SAKAMOTO, K.; TOMITA, M.; ASAI, Y. (2002)

Changes in running velocity at heart rate 200 beats/min (v_{200}) in young Thoroughbred horses undergoing conventional endurance training
Equine Vet. J., 34, 634 – 635

OKONEK, S. (1998)

Biochemische und biophysikalische Reaktionen trainierter und nicht trainierter Pferde auf standardisierte Belastungen von unterschiedlicher Intensität
Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

OPEL VON, H. (1988)

Military-Praxis
Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co KG, Stuttgart

PERSSON, S.G.B. (1967)

On blood volume and working capacity in horses
Acta Vet. Scand. Suppl., 19, 1 – 189

PERSSON, S.G.B. (1983)

Analysis of fitness and state of training. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse
Equine Exercise Physiology, 1, 441 – 457

PERSSON, S.G.B. (1997)

Heart rate and blood lactate responses to submaximal treadmill exercise in the normally performing standardbred trotter-age and sex variations and predictability from the total red blood cell volume
J. Vet. Med., A 44, 125 – 132

PHILLIPS, H.; ELVEY, C.R.; ABERCROMBIE, C.L. (1998)

Applying GPS to the study of primate ecology: a useful tool?
Am. J. Primatol., 46(2), 167 – 172

PHYSICK-SHEARD, P.W. (1985)

Cardiovascular response to exercise and training in the horse
Vet. Clin. North Am., 1, 383 – 417

ROSE, R.J.; HENDRICKSON, D.K.; KNIGHT, P.K. (1990)

Clinical exercise testing in the normal thoroughbred racehorse

Aust. Vet. J. 67, 345 – 348

ROSE, R.J. (1991)

Exercise and performance testing in the racehorse: problems, limitations and potential

Proc. Am. Assoc. Equine Pract., 36, 491 – 504

SCHÄFER, B. (2000)

Reaktionen physiologischer Leistungskriterien auf zusätzliches Ausdauertraining während der reiterlichen Ausbildung von Sportpferden

Diss., Göttingen, Universität Göttingen

SCHNABEL, G. und THIESS, G. (1993)

Lexikon Sportwissenschaft: Leistung- Training- Wettkampf Band 2

Stichwörter von L – Z, 517 – 1001

Sportverlag Berlin, Berlin

SCHNABEL, G.; HARRE, D.; BORDE, A. (2003)

„Trainingswissenschaft: Leistung- Training- Wettkampf“:

Funktionelle Mechanismen der Leistungsentwicklung, 56 – 89

Training der Ausdauer, 315 – 333

Leistungs- und Trainingssteuerung, 397 – 413

Sportverlag Berlin, Berlin

SCHROTER, R.C.; BAYLIS, E.; MARLIN, D.J. (1996)

Gait, estimated net cost of transport and heat production at different speeds in Three-day-event horses

Equine Vet. J., 30, 337 – 341

SERRANO, M.G.; EVANS, D.L.; HODGSON, D.R. (2001)

Heart rate and blood lactate concentrations in a field fitness test for event horses

Aust. Vet., 19, 154 – 161

SERRANO, M.G.; EVANS, D.L.; HODGSON, J.L. (2002)

Heart rate and blood lactate responses during exercise in „Preperation for eventing competition“. Hinchcliff, K.W., Geor, R.J. und Pagan, J.D. (eds.)

Equine Vet. J., 34, 135 – 139

SEXTON, W.L.; ERICKSON, H.H.; COFFMAN, J.R. (1987)

Cardiopulmonary and metabolic responses to exercise in the quarter horse: effects of training

Equine Exerc. Physiol., 2, 77 – 91

SILBERNAGL, S. und DESPOPOULOS, A. (2001)

„Taschenatlas der Physiologie“: Herz und Kreislauf, 186 – 221

Georg Thieme Verlag, Stuttgart und Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, München

SKARDA, R.T.; MUIR, W.W.; MILNE, D.W.; GABEL, A.A. (1976)

Effects of training on resting and post exercise ECG in standardbred horses, using a standardized exercise test

Am. J. Vet. Res., 37, 1485 – 1488

SKOWRONEK, H. und HERTSCH, B. (2003)

Einfluss des Geläufs bei „Grossen Vielseitigkeitsprüfungen“ auf die Abbruchhäufigkeit

Pferdeheilkunde , 19, 253 – 262

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M. (1990)

Heartrate and blood lactate in exercise horses

Universität Utrecht, Proefschrift

SNOW, D.H. (1990)

Haematological, biochemical and physiological changes in horses and ponies during the cross country stage of driving trial competitions

Vet. Rec., 10, 233 – 239

SPRINGORUM, B. (1999)

Hinweise zum Konditionstraining der Military-Pferde

FN-Verlag, Warendorf

STASHAK, T.D. (1987)

Diseases and problems of tendons, ligaments and tendon sheaths in „Adam´s lameness in horses“. Stashak, T.S. und Adams, O.R. (eds.)

Lea and Febiger, Philadelphia, 447 – 481

STRAUB, R.; ISLER, R.; GYSIN, J. (1984)

Parameter zur Beurteilung der Ausdauer des Pferdes

Tierärztl. Praxis, 12, 499 – 504

THOMAS, D.P. and FREGIN, G.F. (1981)

Cardiorespiratory and metabolic responses to treadmill exercise in the horse

J. Appl. Physiol., 50, 864 – 868

THOMAS, D.P.; FREGIN, G.F.; GERBER, N.H.; AILES, N.B. (1983)

Effects of training on cardiorespiratory function in the horse

Am. J. Physiol., 245, 160 – 165

THORNTON, J.R.; ESSEN-GUSTAVSSON, B.; LINDHOLM, A.; McMIKEN, D.; PERSSON, S.G.B. (1983)

Effects of training and detraining on oxygen uptake, cardiac output, blood gas tensions, pH and lactate concentrations during and after exercise in the horse

Equine Exerc. Physiol., 1, 470 – 486

THORNTON, J.R. (1985)

Exercise testing

Vet. Clin. North Am. Equine Practice, 1, 573 – 595

TODD, M. (1997)

Vielseitigkeitsreiten

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

VALBERG, S. J. (1996)

Muscular causes of exercise intolerance in horses

Vet. Clin. North. Am. Equine Practice, 12, 495 – 515

VALENTINE, B.A.; HINTZ, H.F.; FREELS, K.M.; REYNOLDS, A.J.; THOMPSON, K.N. (1998)

Dietary control of exertional rhabdomyolysis in horses

J. Am. Vet. Med. Assoc., 212, 1588 – 1593

VERMEULEN, A.D. and EVANS, D.L. (2006)

Measurements of fitness in thoroughbred racehorses using field studies of heart rate and velocity with a global positioning system

Equine Vet. J., 36, 113 – 117

VOSS, B.; MOHR, E.; KRZYWANIEK, H. (2002)

Effects of aqua-treadmill exercise on selected blood parameters and on heart-rate variability of horses.

J. Vet. Med., A 49, 137 – 143

WEGNER, U. (2002)

„Sportverletzungen: Symptome, Ursachen, Therapie“:

Allgemeine Verletzungen, 29 – 40

Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co KG, Hannover

WEINECK, J. (2004)

„Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings“:

Sportliche Leistungsfähigkeit, 21 – 26

Prinzipien des sportlichen Trainings, 27 – 34

Ausdauertraining, 141 – 235

Spitta Verlag GmbH und Co. KG, Balingen

WITT, S. (2004)

Einfluss von Steigungstraining auf dem Laufband und unterschiedlichem
Aufbautraining auf den Konditionserhalt bei Vielseitigkeitspferden

Diss., Tierärztl. Hochschule, Hannover

YOUNG, L.E. (1999)

Cardiac responses to training in 2-year-old Thoroughbreds: an echocardiographic
study

Equine Vet. J. Suppl., 30, 195 – 198

10 **Anhang**

10.1 **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1:	Anforderungen der Teilprüfung „Gelände“ abhängig vom Prüfungsniveau (FEDERATION EQUESTRE INTERNATIONALE, FEI, 2006)...	S. 18
Tab. 2:	Charakteristika der Versuchspferde.....	S. 55
Tab. 3:	Punktevergabe „Höhenmeter“	S. 65
Tab. 4:	Abkürzungen der Trainingsinhalte und ihre Bedeutungen.....	S. 67
Tab. 5:	Punktevergabe Trainingsinhalte (außer Galopptraining und Geländeprüfung).....	S. 69
Tab. 6:	Punktevergabe Galopptraining.....	S. 72
Tab. 7:	Punktevergabe Steigung Trainingsinhalt „Prüfung Gelände“	S. 73
Tab. 8:	Punktevergabe Prüfungsniveau Trainingsinhalt „Prüfung Gelände“	S. 73
Tab. 9:	Punktevergabe „Prüfung Gelände“	S. 75
Tab. 10:	Punktevergabe Wetterdaten (Temperatur + relative Feuchte).....	S. 80
Tab. 11:	Einteilung nach der „Schwere“ der Böden.....	S. 81
Tab. 12:	Ausfälle der Galopptrainingsbeprobungen.....	S. 88
Tab. 13:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte.....	S. 92
Tab. 14:	Anteile der dressurmäßigen Arbeit (DA), des Trainings über Sprünge (TS) und der Teilnahme an Turnieren am gesamten Trainingspensum.	S. 93
Tab. 15:	Auswertung der Trainingsprotokolle nach dem Score-Schema zwischen den einzelnen Galopptrainingsbeprobungen.....	S. 101
Tab. 16:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 1, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 104
Tab. 17:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 1.....	S. 105
Tab. 18:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 2, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 106

Tab. 19:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 2.....	S. 107
Tab. 20:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 3, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 108
Tab. 21:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 3.....	S. 109
Tab. 22:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 4, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 111
Tab. 23:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 4.....	S. 112
Tab. 24:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 5, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 113
Tab. 25:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 5.....	S. 114
Tab. 26:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 6, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 116
Tab. 27:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 6.....	S. 117
Tab. 28:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 7, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 118
Tab. 29:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 7.....	S. 119
Tab. 30:	Trainingsaufbau während der Beprobungen Pferd Nr. 8, Angaben der jeweiligen Dauer in Minuten.....	S. 120
Tab. 31:	Trainingsintensität der beprobten Galoppintervalle von Pferd Nr. 8.....	S. 121
Tab. 32:	Temperatur (in °C).....	S. 122
Tab. 33:	relative Feuchte (in %).....	S. 123
Tab. 34:	Bewertung der Wetterdaten (Temperatur + relative Feuchte) in Score-Punkten.....	S. 124
Tab. 35:	Beschreibung der Bodenbeschaffenheit.....	S. 125
Tab. 36:	Bewertung der Bodenbeschaffenheit.....	S. 126
Tab. 37:	Punktevergabe „Einflussparameter Umwelt“.....	S. 127

Tab. 38:	Ruheherzfrequenzen mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mittels GPS (einfaktorielle Varianzanalyse, $p = 0,007$).....S. 130
Tab. 39:	Arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, $p = 0,02$).....S. 131
Tab. 40:	Arithmetischer Mittelwert der bereinigten Herzfrequenz während der Galoppintervalle..... S.131
Tab. 41:	Herzfrequenz past 0 (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, $p = 0,0005$).....S. 134
Tab. 42:	Bereinigte Herzfrequenz past 0.....S. 135
Tab. 43:	Herzfrequenz past 10 – GPS-Messung (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, $p = 0,001$).....S. 136
Tab. 44:	Bereinigte Herzfrequenz past 10 – GPS-Messung.....S. 137
Tab. 45:	Herzfrequenz past 10 auskultatorisch (multiple Kovarianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, $p = 0,006$).....S. 138
Tab. 46:	Bereinigte Herzfrequenz past 10 auskultatorisch.....S. 138
Tab. 47:	Häufigkeit und Dauer des Koppelauslaufs..... Tabellenanhang S. 5
Tab. 48:	Versuchsreihe und dabei erfolgte auswertbare Herzfrequenzmessungen sowie Ausfälle der Trainingsbeprobungen (TBP)..... Tabellenanhang S. 6
Tab. 49:	Punktevergabe „Strecke und Geschwindigkeit“Tabellenanhang S. 8
Tab. 50:	Durchschnittliche gerundete Grunddaten zur Berechnung der Punktevergabe für die Galopptrainings.....Tabellenanhang S. 8
Tab. 51:	Korrigierte Messausfälle der Herzfrequenz während der Galoppintervalle.....Tabellenanhang S. 9
Tab. 52:	Windstärke (m/s)..... Tabellenanhang S. 10
Tab. 53:	Übersichtstabelle Herzfrequenzparameter..... Tabellenanhang S. 11

Tab. 54:	Ruheherzfrequenzen auskultatorisch (einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“, $p = n.s.$).....	Tabellenanhang S. 13
Tab. 55:	Maximale Herzfrequenz (multiple Kovarianzanalyse und multiple Regressionsanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, jeweils $p = n.s.$).....	Tabellenanhang S. 13
Tab. 56:	Durchschnittlicher Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz (multiple Kovarianzanalyse und multiple Regressionsanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, jeweils $p = n.s.$).....	Tabellenanhang S. 14
Tab. 57:	Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bei einer Beschleunigung von 150 m/min (multiple Kovarianzanalyse und multiple lineare Regressionsanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, jeweils $p = n.s.$).....	Tabellenanhang S. 14
Tab. 58:	Herzfrequenzmittelwerte der „Konditionsgruppe Galopp“.....	Tabellenanhang S. 15
Tab. 59:	Herzfrequenzmittelwerte der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“.....	Tabellenanhang S. 15
Tab. 60:	Übersicht über die Starts und Platzierungen in Vielseitigkeitsprüfungen der in dieser Studie beprobten Pferde.....	Tabellenanhang S. 16

10.1.1 Tabellenanhang

Tab. 47: Häufigkeit und Dauer des Koppelauslaufs

PFERD NR.	ANZAHL DER TAGE MIT KOPPELAUSLAUF IN %	DURCHSCHNITT- LICHE DAUER DES KOPPELAUSLAUFS (min)	DURCHSCHNITT- LICHER KOPPEL- AUSLAUF/TAG (min)
1	72,4	220	181
2	84,4	138	116
3	73,3	536	447
4	82,4	150	124
5	50,0	108	54
6	48,7	103	50
7	71,1	208	148
8	71,8	223	182

Tab. 48: Versuchsreihe und dabei erfolgte auswertbare Herzfrequenzmessungen sowie Ausfälle der Trainingsbeprobungen (TBP)

GALOPP- TRAININGS- BEPRO- BUNG	DATUM	PFERD NR.	HERZ- FREQUENZ AUSWERT- BAR	HERZ- FREQUENZ NICHT AUSWERT- BAR	AUSFALL DER TBP
I	29.04.2006	1	X		
	25.04.2006	2	X		
	18.04.2006	3	X		
	04.05.2006	4	X		
	05.04.2006	5	X		
	05.04.2006	6	X		
	06.05.2006	7	X		
	29.04.2006	8	X		
II		1			X
	22.05.2006	2	X		
	14.05.2006	3	X		
	29.05.2006	4	X		
	05.05.2006	5		X	
	05.05.2006	6	X		
	30.05.2006	7	X		
	30.05.2006	8	X		
III	26.06.2006	1	X		
	19.06.2006	2		X	
	14.06.2006	3	X		
	26.06.2006	4	X		
	07.06.2006	5	X		
	08.06.2006	6	X		

Tabellenverzeichnis

	20.06.2006	7	X		
	26.06.2006	8	X		
IV	19.07.2006	1	X		
	20.07.2006	2	X		
	09.07.2006	3	X		
	20.07.2006	4	X		
	13.07.2006	5		X	
	13.07.2006	6	X		
	15.07.2006	7	X		
		8			X
V	19.08.2006	1	X		
		2			X
	05.08.2006	3		X	
	19.08.2006	4	X		
	11.08.2006	5		X	
	11.08.2006	6		X	
	19.08.2006	7	X		
	19.08.2006	8	X		
VI		1			X
	04.09.2006	2	X		
		3			X
		4			X
	13.09.2006	5	X		
	13.09.2006	6	X		
	11.09.2006	7	X		
	11.09.2006	8	X		

Tab. 49: Punktevergabe „Strecke und Geschwindigkeit“

GESAMTPROZENT	PUNKTE
101 – 110	2,5
111 – 120	3
121 – 130	3,5
131 – 140	4
141 – 150	4,5
151 – 160	5
161 – 170	5,5
171 – 180	6

Tab. 50: Durchschnittliche gerundete Grunddaten zur Berechnung der Punktvergabe für die Galopptrainings

PFERD NR.	DAUER DES WU (PUNKTE)	DAUER DES CD (PUNKTE)	STEIGUNG (PUNKTE)	LÄNGE DER GALOPPINTERVALLE IN METERN (PUNKTE)
1	30 (3)	15 (0,5)	ja (2)	2500 (5)
2	45 (1,5)	60 (2)	ja (2)	4500 (9)
3	15 (0,5)	15 (0,5)	ja (2)	2000 (4)
4	30 (3)	15 (0,5)	ja (2)	3500 (7)
5	15 (1,5)	30 (1)	nein (0)	3750 (7,5)
6	15 (1,5)	30 (1)	nein (0)	3750 (7,5)
7	30 (3)	15 (0,5)	ja (2)	2500 (5)
8	30 (3)	15 (0,5)	ja (2)	2500 (5)

Tab. 51: Korrigierte Messausfälle der Herzfrequenz während der Galoppintervalle

PFERD	MESS-DATUM	ANZAHL DER AUSFÄLLE	DAUER DER AUSFÄLLE IN S	AUSFÄLLE IN %
1	29.04.2006	10	10	2,40
1	26.06.2006	5	5	0,77
1	19.07.2006	5	5	0,49
1	19.08.2006	8	23	4,18
2	25.04.2006	27	47	6,68
2	22.05.2006	55	72	6,94
2	20.07.2006	28	42	4,64
2	04.09.2006	26	38	3,81
3	18.04.2006	13	16	4,76
3	14.05.2006	21	30	8,17
3	14.06.2006	55	160	20,33
3	09.07.2006	34	90	13,93
4	04.05.2006	14	14	1,35
4	29.05.2006	7	8	1,42
4	26.06.2006	10	13	1,12
4	20.07.2006	1	1	0,09
4	19.08.2006	21	32	4,80
5	05.04.2006	6	10	1,87
5	07.06.2006	1	1	0,17
5	13.09.2006	2	3	0,57
6	05.04.2006	1	1	0,20
6	05.05.2006	9	18	3,62
6	08.06.2006	4	5	0,92
6	13.07.2006	12	12	2,02
6	13.09.2006	8	8	1,34
7	06.05.2006	8	10	2,63

Tabellenverzeichnis

7	30.05.2006	4	4	0,80
7	20.06.2006	8	9	1,53
7	15.07.2006	2	2	0,40
7	19.08.2006	9	12	1,41
7	11.09.2006	1	1	0,10
8	29.04.2006	1	1	0,24
8	30.05.2006	11	44	8,76
8	26.06.2006	12	36	5,60
8	19.08.2006	0	0	0,00
8	11.09.2006	1	1	0,10

Ausfälle in % beziehen sich auf die Gesamtzahl an Herzfrequenzmesswerten, die in den Galoppintervallen des jeweiligen Galopptrainings ermittelt wurden

Tab. 52: Windstärke (m/s)

PF. NR.	1. GT	2. GT	3. GT	4. GT	5. GT	6. GT
1	5	-	4	2	-	-
2	4	2	-	1,5	-	7
3	5,5	6	2	3	-	-
4	3,5	4	7	2	4	-
5	4,5	-	1,5	-	-	2
6	4	6	1,5	1	-	2
7	4	5	2	4	4,5	2
8	5	5	4	-	4,5	2

PF. Pferd, NR. Nummer, GT Galopptraining

Tab. 53: Übersichtstabelle Herzfrequenzparameter

PFERD NR.	PROBE NR.	DATUM	RP AUSK.	RP GPS	MW HF	MAX HF	DIFF HF	HF/ SEC	HF/150 M	HF P 0	HF P 5	HF P 10 GPS	HF P 10 AUSK.	UM- WELT	BELAS- TUNG
1	1	29.04.06	28	27,8	167,5	210	40,4	1,80	3,33	153,1	125,4	70,8	72	3	4,5
1	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1	3	26.06.06	30	*	168,1	198	39,8	1,83	*	146,1	86,9	73,2	56	5,5	4,5
1	4	19.07.06	*	*	133,2	172	68,4	1,92	*	138,2	75,7	68,1	*	5,5	5,5
1	5	19.08.06	*	26,2	156,7	197	86,0	2,35	5,23	159,5	80,0	52,5	56	5	5
1	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	1	25.04.06	36	32	165,9	211	37,8	2,43	2,33	147,8	96,5	75,1	72	3	5,5
2	2	22.05.06	28	*	174,5	220	36,2	2,05	1,84	164,3	126,4	91,7	88	5,5	9
2	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	4	20.07.06	36	*	167,0	215	38,4	2,06	2,16	159,2	117,8	87,5	92	4,5	7
2	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	6	04.09.06	40	32,8	171,3	222	22,6	2,33	3,71	149,9	100,2	75,8	74	4	8
3	1	18.04.06	28	34,1	188,0	214	39,4	1,61	2,32	170,2	97,3	72,9	68	1	5
3	2	14.05.06	32	35,2	193,1	214	55,4	1,88	1,47	187,2	108,6	91,5	68	1	5
3	3	14.06.06	40	*	*	214	78,2	1,41	1,73	185,9	106,2	98,6	90	6,5	6,5
3	4	09.07.06	*	37,7	193,2	218	38,0	1,31	3,46	185,7	109,4	100,4	*	6	5,5
3	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	1	04.05.06	32	35,3	183,2	217	82,2	1,81	4,32	172,7	129,2	81,4	82	4,5	8,5
4	2	29.05.06	40	37,5	184,0	214	78,4	2,16	3,85	175	108,5	94,2	92	4	5,5
4	3	26.06.06	30	33,5	168,6	200	6,8	1,52	2,94	144,3	94	71,3	120	5	8
4	4	20.07.06	*	31,9	168,7	206	44,0	1,87	2,97	143,7	115,1	70,7	*	5	7
4	5	19.08.06	36	38,8	175,3	215	77,4	1,79	4,30	163,2	86	*	76	5	5
4	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	1	05.04.06	26	*	152,4	205	-9,0	*	*	123,6	77,2	58,0	76	4,5	4
5	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	3	07.06.06	36	*	150,3	192	-1,0	1,75	0,06	122,9	116,9	88,1	72	6	4
5	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

5	6	13.09.06	34	30,1	152,4	177	18,4	1,49	0,10	137,0	99,8	71,5	72	7	4,5
6	1	05.04.06	36	30	160,6	223	-10,6	*	0,20	118,6	120,9	71,8	100	4,5	5
6	2	05.05.06	32	33,3	162,6	215	-24,6	*	*	126,9	102,8	83,5	102	6,5	4,5
6	3	08.06.06	30	*	161,2	206	-5,6	1,94	0,30	125,3	114,8	86,4	76	6	4
6	4	13.07.06	30	28	160,4	206	-3,6	2,14	1,00	118,7	114,3	117,7	78	7	4
6	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	6	13.09.06	32	29,2	170,1	211	-12,4	1,52	0,54	140,1	113,5	107,5	82	7	4
7	1	06.05.06	30	36	170,5	204	56,2	1,91	*	165,5	127,1	92,4	*	4	5,5
7	2	30.05.06	44	35,7	186,9	209	51,2	1,89	3,82	168,5	120,9	112,3	82	3,5	5,5
7	3	20.06.06	*	26	161,3	202	50,4	2,19	2,06	146,9	119,2	82,1	*	5	4,5
7	4	15.07.06	*	35,2	168,4	203	10,4	2,27	2,83	139,2	93,5	89,0	*	5	4
7	5	19.08.06	36	32,4	155,3	190	51,0	1,92	3,49	151,3	96,0	74,4	66	5,5	6,5
7	6	11.09.06	38	*	160,3	193	14,8	1,85	2,62	143,9	102,5	82,8	68	4	6,5
8	1	29.04.06	32	31,3	179,8	213	-19,4	2,09	3,46	145,2	135,4	91,6	72	3	5
8	2	30.05.06	32	36,7	194,2	222	39,4	1,95	3,49	179,1	134,1	123,5	116	3,5	5
8	3	26.06.06	32	29,9	177,2	214	32,4	2,26	5,19	150,6	87,6	81,6	120	5,5	5
8	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	5	19.08.06	36	28,1	159,4	206	22,6	2,15	2,83	153,6	122,2	78,3	64	5,5	6
8	6	11.09.06	36	31,5	169,7	205	9,0	1,33	2,57	132,9	108,2	69,8	68	4	4

RP AUSK.: Ruhepuls auskultatorisch, RP GPS: Ruhepuls GPS, MW HF: arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz, MAX HF: Maximalherzfrequenz, DIFF HF: Differenz der Herzfrequenz zwischen dem Beginn des speziellen Galopptrainings zu dessen Ende, HF/SEC: durchschnittlicher Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz, HF/150 M: Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bei einer Beschleunigung von 150 Metern pro Minute, HF P 0: Herzfrequenz past 0, HF P 5: Herzfrequenz past 5, HF P 10 GPS: Herzfrequenz past 10 GPS, HF P 10 AUSK.: Herzfrequenz past 10 auskultatorisch

Tab. 54: Ruheherzfrequenzen auskultatorisch (einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“, p = n.s.)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	31,0	3,70	0,12	26	36
2	6	34,7	6,02	0,17	28	44
3	6	33,0	4,15	0,13	30	40
4	2	33,0	4,24	0,13	30	36
5	3	36,0	0,00	0,00	36	36
6	5	36,0	3,16	0,09	32	40

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 55: Maximale Herzfrequenz (multiple Kovarianzanalyse und multiple Regressionsanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, jeweils p = n.s.)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	8	212,1	6,20	0,03	204	223
2	6	215,7	4,68	0,02	209	222
3	7	203,7	8,20	0,04	192	214
4	6	203,3	16,42	0,08	172	218
5	4	202,0	10,86	0,05	190	215
6	5	201,6	17,29	0,09	177	222

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 56: Durchschnittlicher Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bis zum Erreichen der Maximalherzfrequenz (multiple Kovarianzanalyse und multiple Regressionsanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, jeweils $p = n.s.$)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	6	1,94	0,29	0,15	1,61	2,43
2	5	1,97	0,12	0,06	1,88	2,16
3	7	1,84	0,32	0,17	1,41	2,26
4	6	1,93	0,34	0,17	1,31	2,27
5	4	2,05	0,25	0,12	1,79	2,35
6	5	1,70	0,40	0,23	1,33	2,33

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 57: Mittelwert für den Anstieg der Herzfrequenz pro Sekunde bei einer Beschleunigung von 150 m/min (multiple Kovarianzanalyse und multiple lineare Regressionsanalyse mit Messwiederholungen bezüglich des Faktors „Zeit“ mit Berücksichtigung der Störvariablen Umwelt und Belastung, jeweils $p = n.s.$)

BEPRO- BUNG	n	MW	SD	CV	Minimum	Maximum
1	6	2,66	1,42	0,53	0,20	4,32
2	5	2,89	1,15	0,40	1,47	3,85
3	6	2,05	1,89	0,92	0,06	5,19
4	5	2,48	0,95	0,38	1,00	3,46
5	4	3,92	1,04	0,26	2,83	5,23
6	5	1,91	1,53	0,80	0,10	3,71

n Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, CV Variationskoeffizient

Tab. 58: Herzfrequenzmittelwerte der „Konditionsgruppe Galopp“

BEPROBUNG	ARITHM. MITTEL- WERT	HERZ- FREQUENZ P. 0	HERZ- FREQUENZ P. 10 GPS	HERZ- FREQUENZ P. 10 AUSK.
1	175,3	159,1	84,1	75,3
2	188,4	174,2	110,0	96,7
3	168,8	147,0	77,1	98,7
4	156,8	140,4	75,9	-
5	161,7	156,9	68,4	65,5
6	165,0	138,4	76,3	68,0

arithm. Mittelwert arithmetischer Mittelwert, p. past, ausk. auskultatorisch

Tab. 59: Herzfrequenzmittelwerte der „Konditionsgruppe Schritt und Trab“

BEPROBUNG	ARITHM. MITTEL- WERT	HERZ- FREQUENZ P. 0	HERZ- FREQUENZ P. 10 GPS	HERZ- FREQUENZ P. 10 AUSK.
1	159,6	130,0	68,3	82,7
2	168,6	145,6	87,6	95,0
3	155,8	124,1	87,3	74,0
4	163,7	139,0	102,6	85,0
5	-	-	-	-
6	164,6	142,3	84,9	76,0

arithm. Mittelwert arithmetischer Mittelwert, p. past, ausk. auskultatorisch

Tab. 60: Übersicht über die Starts und Platzierungen in Vielseitigkeitsprüfungen der in dieser Studie beprobten Pferde

PFERD NR.	ANZAHL DER STARTS	ANZAHL DER PLATZIERUNGEN	ANZAHL DER PLATZIERUNGEN IN %
1	5	2	40
2	7	2	28,6
3	7	2	28,6
4	5	4	80
5	8	3	37,5
6	5	1	20
7	8	6	75
8	8	5	62,5

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Prinzip der Belastung und der lohnenden Pause im zeitlichen Verlauf (modifiziert nach BLUM und FRIEDMANN, 2002).....	S. 32
Abb. 2:	Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Intervallmethode mit drei Galoppintervallen.....	S. 84
Abb. 3:	Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Intervallmethode mit vier Galoppintervallen.....	S. 84
Abb. 4:	Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Dauermethode.....	S. 86
Abb. 5:	Beispielhafte Aufzeichnung eines Galopptrainings nach der Dauermethode.....	S. 86
Abb. 6:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 1 (ohne Ausritt).....	S. 95
Abb. 7:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 4 (ohne Ausritt).....	S. 95
Abb. 8:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 7 (ohne Ausritt).....	S. 96
Abb. 9:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 8 (ohne Ausritt).....	S. 96
Abb. 10:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 2 (ohne Ausritt).....	S. 97
Abb. 11:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 5 (ohne Ausritt).....	S. 98
Abb. 12:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 6 (ohne Ausritt).....	S. 98
Abb. 13:	Prozentuale Verteilung der Trainingsinhalte Pferd Nr. 3 (ohne Ausritt).....	S. 99
Abb. 14:	Verlauf der durchschnittlichen Tagessummen der Scorepunkte für das Training zwischen den Messzeitpunkten.....	S. 102
Abb. 15:	Arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle.....	S. 140
Abb. 16:	Bereinigter arithmetischer Mittelwert der Herzfrequenz während der Galoppintervalle.....	S. 140

Abbildungsverzeichnis

Abb. 17:	Herzfrequenz past 0.....	S. 148
Abb. 18:	Bereinigte Herzfrequenz past 0.....	S. 148
Abb. 19:	Herzfrequenz past 10 GPS-ermittelt.....	S. 154
Abb. 20:	Bereinigte Herzfrequenz past 10 GPS-ermittelt.....	S. 154
Abb. 21:	Herzfrequenz past 10 auskultatorisch ermittelt.....	S. 155
Abb. 22:	Bereinigte Herzfrequenz past 10 auskultatorisch ermittelt.....	S. 155
Abb. 23:	Mittelwertgrafik „Konditionsgruppe Galopp“	S. 164
Abb. 24:	Mittelwertgrafik „Konditionsgruppe Schritt und Trab“	S. 164
Abb. 25:	Trainingsprotokoll Frontblatt.....	Abbildungsanhang S. 19
Abb. 26:	Trainingsprotokoll Rückseite.....	Abbildungsanhang S. 20

10.2.1 Abbildungsanhang

Erläuterungen zum Trainingsprotokoll:

1. Trainingseinheit (**TE**) Die Zahlen 1 - 4 stehen dafür, wie häufig die Pferde bewegt werden. Wird das Pferd z.B. erst longiert, dann geritten und nachmittags auf die Koppel gestellt, dann ist das Longieren Einheit 1, das Reiten Einheit 2 und die Koppel Einheit 3.

2. Trainingsinhalt (**Inhalt**) Für den Inhalt sind 2 Spalten vorgesehen, um auch bei einem kombinierten Training die einzelnen Inhalte angeben zu können. So kann z.B. bei einem Training aus Dressur und abschließenden Einzelsprüngen als „Inhalt I“ DR und als „Inhalt II“ ES angegeben werden. Unter „Bemerkungen“ sollten genauere Angaben über die Intensität und Länge der einzelnen Trainingsinhalte gemacht werden.

DR = Dressur (Training von Lektionen und Aufgaben)	LO = Longieren
WT = Wassertreten/Schwimmen	ES = Einzelsprünge
ST = Schrittttraining (ggf. mit Trabreisen)	FM = Führmaschine
SP = Springen (Parcours, -ausschnitte und Reihen)	AU = Ausritt
LB = Laufband (bei Bemerkungen Angabe zur Geschw.)	KO = Koppel o. Paddock
SC = Stangen- und/oder Cavalettiarbeit	KL = Klettern
GS = Geländesprünge und Geländekursausschnitte	SO = Sonstiges
GT = Galopptraining und Sprints	
LA = leichte Arbeit u. d. Sattel (die keine andere Zuordnung hat)	

3. Trainingsdauer (**Dauer**) Zeit vom Aufsteigen bis zum Absitzen; unter Bemerkungen Angabe wie lange Schritt am Anfang und am Ende

4. Trainingsintensität (Intensität)	4-stufige Skala:
Stufe 1: leichte Intensität	Stufe 2: mittlere Intensität
Stufe 3: schwere Intensität	Stufe 4: sehr schwere Intensität

Die Intensitätsskala bezieht sich auf die Schwere der Arbeit, jede Trainingseinheit soll mit einer entsprechenden Intensität bewertet werden.

5. **Steigung** Steigung vorhanden => bitte ankreuzen
keine Steigung => Spalte leer lassen

6. Bodenverhältnisse (**Boden**) zutreffende Spalte bitte ankreuzen

7. **Bemerkungen** Angaben zur Anzahl der Sprünge; Einteilung der Galoppintervalle oder Sprints; Pausenlängen; Definition „Sonstiges“ bei Trainingsinhalten; persönliche Anmerkungen etc.

8. **GPS** bei Verwendung des GPS bitte ankreuzen, ansonsten Spalte leer lassen

9. **Uhrzeit** ist nur bei Verwendung des GPS wichtig, wird hier benötigt, um die GPS-Aufzeichnungen der Trainingseinheit zuordnen zu können

Abb. 25: Trainingsprotokoll Frontblatt

Trainingsprotokoll 2006																		
Pferd:		Reiter:										Monat:		KW:				
Tag	Datum	TE	Inhalt I	Inhalt II	Dauer I [min]	Dauer II [min]	Intensität				Steigung	Boden		Bemerkungen	GPS	Uhrzeit		
							1	2	3	4		hart	weich	tief				
Mo		1																
		2																
		3																
		4																
Di		1																
		2																
		3																
		4																
Mi		1																
		2																
		3																
		4																
Do		1																
		2																
		3																
		4																
Fr		1																
		2																
		3																
		4																
Sa		1																
		2																
		3																
		4																
So		1																
		2																
		3																

Abb. 26: Trainingsprotokoll Rückseite

Danksagung

Zum Schluss dieser Arbeit möchte ich mich bei Frau Dr. med. vet. PD Kerstin Fey für ihre herausragende Unterstützung, die vielen Anregungen und die stets gründlichen und durchdachten Korrekturvorschläge ganz herzlich bedanken. Vielen Dank auch für die Überlassung dieses interessanten Themas und das Vertrauen in mich und meine Arbeit.

Ein ganz besonderer Dank geht an alle Reiter und Pfleger, die durch ihr Engagement die Umsetzung dieser Arbeit überhaupt erst ermöglicht haben. Dank der zuverlässigen Trainingsdokumentationen und der regelmäßigen Anwendung der GPS-Geräte konnten interessante Auswertungen und Vergleiche durchgeführt werden.

Des Weiteren danke ich dem Olympiastützpunkt in Warendorf, insbesondere Herrn Hermann Holzhausen und Herrn Thorsten Lubeseder, für die Unterstützung während der Probennahmen und die Bereitstellung der notwendigen Gerätschaften. Ebenso gilt mein Dank der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN), vor allem Herrn Dr. Michael Düe, für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit.

Für die Unterstützung bei der Durchführung der statistischen Auswertungen danke ich ganz herzlich Herrn Dr. rer. nat. Klaus Failing und Frau Marion Sparenberg, die mir mit Geduld und Sachverstand zur Seite standen.

Zu guter Letzt, aber nicht minder, gilt mein Dank meiner Familie und meinem Freund. Meinen Eltern danke ich aus tiefstem Herzen für den bedingungslosen Rückhalt, das stete Vertrauen und die einerseits motivierenden und andererseits mahnenden Worte, die dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit nun ihren Abschluss gefunden hat. Meiner Schwester Ann-Kathrin gilt mein besonderer Dank für die Hilfe bei der Übersetzung der Zusammenfassung und meinem Freund Sven danke ich für die große Geduld, die er während der Erstellung dieser Dissertation immer wieder aufbringen musste und für das gründliche Korrekturlesen der gesamten Arbeit.

Erklärung

Ich erkläre hiermit: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Wiesbaden, den 09.02.2009

Antonia Maria Uhde



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5461-X



9 1783833954018